

RETROSPEKTIVE PHOTOMETRISCHE ANALYSE DER
OPERATIVEN ERGEBNISSE VON DYSGNATHIEOPERATIONEN
ANHAND ANTHROPOMETRISCHER PARAMETER

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät der
Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von Carlo Cramer
geboren am 28.10.1984 in Köln**

Gutachter:

- 1. Prof. Dr. Dr. Stefan Schultze-Mosgau, Jena**
- 2. Prof. Dr. Utz Settmacher, Jena**
- 3. PD Dr. Dr. Michael Thorwarth, Starnberg**

Tag der öffentlichen Verteidigung: 18.12.2012

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ALNHI	Ala Length-Nose Height Index
CMHI	Chin-Mandible Height Index
CTLLHI	Cutaneous-Total Lower Lip Height Index
CTULHI	Cutaneous-Total Upper Lip Height Index
et al.	et alii
LVCi	Lower Vermilion Contour Index
MLCULHI	Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index
NBI	Nasal Bridge Index
NFHI	Nose-Face Height Index
NLFHI	Nose-Lower Face Height Index
NTPNHI	Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index
NUFHI	Nose-Upper Face Height Index
PMWI	Philtrum-Mouth Width Index
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
UFFHI	Upper Face-Face Height Index
ULHMWI	Upper Lip Height-Mouth Width Index
ULMHI	Upper Lip-Mandible Height Index
ULNHI	Upper Lip-Nose Height Index
UVCi	Upper Vermilion Contour Index
VAI	Vermilion Arc Index
VHI	Vermilion Height Index
VTLLHI	Vermilion-Total Lower Lip Height Index
VTULHI	Vermilion-Total Upper Lip Height Index

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Einleitung	3
2.1	Definition Dysgnathie	3
2.2	Ursachen einer Dysgnathie	3
2.2.1	Angeborene Formen einer Dysgnathie	3
2.2.2	Erworbene Formen einer Dysgnathie	3
2.3	Klassifikationen der Dysgnathie	4
2.4	Bedeutung der Dysgnathie als Erkrankung	5
2.4.1	Dentoalveoläre Beschwerden einer unkorrigierten Dysgnathie	5
2.4.2	Mögliche psychische Konsequenzen einer unkorrigierten Dysgnathie	6
2.5	Bedeutung der Dysgnathiechirurgie als Operation	6
2.6	Geschichte der Dysgnathiechirurgie	8
2.7	Stand der Literatur	9
2.7.1	Überblick	9
2.7.2	Zweidimensionale Analyseverfahren	10
2.7.2.1	Analyse anhand des Fernröntgenseitenbildes	10
2.7.2.2	Analyse anhand von En Face- und Profilphotoaufnahmen	12
2.7.3	Dreidimensionale Analyseverfahren	14
2.7.4	Studie Raymond Edler et al. aus dem Jahr 2006	15
2.7.5	Zusammenfassung des derzeitigen Standes der Literatur	18
3.	Ziele und Fragestellung der Arbeit	20
4.	Patientenkollektiv und Methode	22
4.1	Kriterien bei der Erstellung des Patientenkollektivs	22
4.2	Methode	23
4.2.1	Bildmaterial	23
4.2.1.1	Kriterien bei der Erstellung von Fernröntgenseitenbildern	23
4.2.1.2	Kriterien bei der Erstellung von Patientenphotoaufnahmen	24
4.2.2	Grundlagen der Anthropometrie nach Leslie G. Farkas	25
4.2.2.1	Verwendete anthropometrische Indizes nach Leslie G. Farkas	28
4.2.2.1.1	Upper Lip Height-Mouth Width Index	29
4.2.2.1.2	Philtrum-Mouth Width Index	29
4.2.2.1.3	Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index	30
4.2.2.1.4	Upper Vermilion Contour Index	30

4.2.2.1.5	Lower Vermilion Contour Index	31
4.2.2.1.6	Vermilion Arc Index	31
4.2.2.1.7	Vermilion Height Index	32
4.2.2.1.8	Vermilion-Total Lower Lip Height Index	32
4.2.2.1.9	Cutaneous-Total Lower Lip Height Index	33
4.2.2.1.10	Vermilion-Total Upper Lip Height Index	33
4.2.2.1.11	Cutaneous-Total Upper Lip Height Index	34
4.2.2.1.12	Ala Length-Nose Height Index	34
4.2.2.1.13	Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index	35
4.2.2.1.14	Nasal Bridge Index	35
4.2.2.1.15	Upper Lip-Nose Height Index	36
4.2.2.1.16	Nose-Upper Face Height Index	36
4.2.2.1.17	Chin-Mandible Height Index	37
4.2.2.1.18	Upper Face-Face Height Index	37
4.2.2.1.19	Upper Lip-Mandible Height Index	37
4.2.2.1.20	Nose-Lower Face Height Index	38
4.2.2.1.21	Nose-Face Height Index	38
4.2.3	Grundlagen der Kephalometrie	39
4.2.3.1	Verwendete kephalometrische Parameter	40
4.2.3.1.1	SNA-Wert	40
4.2.3.1.2	SNB-Wert	40
4.2.3.1.3	Wits-Wert	41
4.2.4	Statistische Auswertung	41
5.	Ergebnisse	42
5.1	Beschreibung des Patientenkollektivs	42
5.2	Ergebnisse der kephalometrischen Messung	43
5.3	Ergebnisse der anthropometrischen Messung	44
5.4	Nachgewiesene Korrelationen zwischen kephalometrischen und anthropometrischen Ergebnissen	49
6.	Diskussion	50
6.1	Diskussion der Methode	50
6.1.1	Diskussion der Photostandardisierung	50
6.1.2	Diskussion der Auswahl und Aussagekraft der verwendeten anthropometrischen Indizes	51
6.1.2.1	Die Nase	51
6.1.2.2	Ober- und Unterlippe	53
6.1.2.3	Vermilion	54
6.1.2.4	Verhältnis Lippenrot und Lippenweiß	56
6.1.2.5	Gesichtshöhe	57
6.1.3	Gründe für die kombiniert anthropometrisch- kephalometrische Analyse	59

6.2	Diskussion der Ergebnisse	60
6.2.1	Diskussion der kephalometrischen Messergebnisse	60
6.2.2	Diskussion der anthropometrischen Messergebnisse	60
6.2.2.1	Unterlippe	60
6.2.2.2	Vermilion	61
6.2.2.3	Untere Gesichtshöhe	61
6.2.3	Diskussion nachgewiesener anthropometrischer- kephalometrischer Korrelationen	62
7.	Schlussfolgerungen	63
8.	Literaturverzeichnis	64
9.	Anhang	69
9.1	Danksagung	69
9.2	Ehrenwörtliche Erklärung	70

1. Zusammenfassung

Die vorgelegte Arbeit beschäftigt sich mit der Evaluation prä- zu postoperativer Veränderungen des perioralen Weichgewebes im Zuge von Dysgnathieoperationen. Die Evaluation des Weichgewebes ist deshalb von besonderer Bedeutung, da das ästhetische Ergebnis einer Dysgnathieoperation maßgeblich von der postoperativen fazialen Weichgewebemorphologie abhängt (Baik und Kim 2010).

Die Studienlage ist hinsichtlich des Themas aufgrund der Vielzahl an vorliegenden Publikationen mit kaum vergleichbaren methodischen Ansätzen insgesamt als unübersichtlich einzustufen. Derzeitiger klinischer Standard der Bewertung des Weichgewebeergebnisses nach Dysgnathieoperationen ist eine auf Fernröntgen-seitenbildern basierende kephalometrische Analyse, in der vorrangig Positionsänderungen anthropometrischer Punkte in Millimetern erfasst werden (Eckhardt und Cunningham 2004). Die Evaluation der postoperativen Ästhetik erfolgt derzeit in den meisten Studien durch subjektive Einschätzungen von Patienten, Ärzten und Laien (Edler, Agarwal et al. 2006).

Eine photometrische Analyse anhand anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) könnte helfen, die im Zuge einer Dysgnathieoperation ablaufenden perioralen Weichgewebeveränderungen in einem reproduzierbaren, auf zumeist vorhandener Infrastruktur basierenden und kostengünstigen Verfahren zu objektivieren. Die Etablierung eines solchen Verfahrens wäre in gutachterlichen Fragestellungen von Interesse.

In der vorgelegten retrospektiven Studie wurden 171 Patienten analysiert, die eine skelettale Dysgnathie der Angle-Klasse II aufwiesen und sich einer chirurgischen Unterkieferverlagerung nach Obwegeser-Dal Pont unterzogen. Die Eingriffe wurden in dem Zeitraum Januar 2006 bis März 2011 in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/ Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Jena vorgenommen.

Für die photometrische Analyse wurden 21 anthropometrische Indizes der ästhetischen Einheiten Nase, Ober- und Unterlippe sowie der verschiedenen Gesichtshöhen nach Leslie G. Farkas ausgewählt (Farkas und Munro 1987). Kriterien der Auswahl waren eine mögliche Beeinflussung durch eine Dysgnathieoperation sowie die eindeutige und reproduzierbare Identifizierbarkeit der zugrunde liegenden anthropometrischen Messpunkte. Die zu analysierenden standardisierten Photographien wurden zu den Zeitpunkten prä- sowie drei und neun Monate postoperativ erstellt. Um die vorgelegte

Studie besser in den Kontext der gegenwärtigen Literatur zu stellen, wurden die Ergebnisse der anthropometrischen Analyse auf eine mögliche Korrelation zu kephalometrischen Messungen untersucht. Hierfür wurden SNA-, SNB- und Wits-Wert an zeitgleich erstellten Fernröntgenseitenbildern bestimmt.

Die Indizes Cutaneous-Total Lower Lip Height Index, Vermilion-Total Lower Lip Height Index, Lower Vermilion Contour Index, Nose-Lower Face Height Index, Nose-Face Height Index, Upper Face-Face Height Index, Upper Lip-Mandible Height Index und Chin-Mandible Height Index zeigten signifikante prä- zu postoperative Veränderungen.

Die signifikante prä- zu postoperative Zunahme des Cutaneous-Total Lower Lip Height Index und Abnahme des Vermilion-Total Lower Lip Height Index zeigten eine vertikale Vergrößerung des kutanen Anteils der Unterlippe relativ zum unteren Vermilion. Der Vermilion Height Index als auch der Vermilion Arc Index zeigten keine signifikanten Veränderungen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass das vertikale Verhältnis des oberen zum unteren Vermilion unbeeinflusst blieb.

Die Indizes Nose-Lower Face Height Index, Nose-Face Height Index, Upper Face-Face Height Index sowie Upper Lip-Mandible Height Index und Chin-Mandible Height Index nahmen signifikant ab. Dies spiegelt die Vergrößerung der unteren Gesichtshöhe im Zuge der mit einer Unterkieferverlagerung einhergehenden antero-kaudalen Rotation der Mandibula wider (Quast, Biggerstaff et al. 1983).

Der Medial-Lateral Cutaneous Total Lower Lip Height Index, Vermilion-Total Lower Lip Height Index sowie der Cutaneous-Total Lower Lip Height Index und Philtrum-Mouth Width Index zeigten eine signifikante Korrelation zu kephalometrischen Messungen. Dies unterstreicht die Validität des durchgeführten photogestützten anthropometrischen Messverfahrens.

Die dargestellten photogestützten anthropometrischen Messungen zeigten plausible Ergebnisse, die die im Zuge einer chirurgischen Unterkieferverlagerung auftretenden perioralen Weichgewebeveränderungen widerspiegeln. Die dargelegten Messergebnisse und Korrelationen stehen in Einklang mit der gegenwärtigen Literatur und sind ein Hinweis auf den Wert der photogestützten Anthropometrie basierend auf Indizes nach Leslie G. Farkas in der quantitativen Analyse des weichgewebigen Ergebnisses von Dysgnathieoperationen (Quast, Biggerstaff et al. 1983; Calignano und Vezzetti 2009).

2. Einleitung

2.1 Definition Dysgnathie

Der Begriff Dysgnathie entstammt dem Griechischen („dys“= „fehl“, „gnathos“= „Kiefer“) und bezeichnet eine angeborene oder erworbene anomale Lage bzw. Form eines oder beider Kiefer zueinander (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Im Folgenden werden die verschiedenen Ursachen einer Dysgnathie ausgeführt.

2.2 Ursachen einer Dysgnathie

2.2.1 Angeborene Formen einer Dysgnathie

Eine Verzögerung bzw. Unregelmäßigkeit innerhalb der embryonalen Entwicklung des Schädels kann zu syndromalen kraniofazialen Fehlbildungen oder zu einer Unter- bzw. Überentwicklung von Ober-, Mittel- bzw. Untergesicht führen. Die Pierre-Robin-Sequenz und das Goldenhar-Syndrom seien hierfür exemplarisch genannt (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Die Pierre-Robin-Sequenz, eine orofaziale Spaltbildung multifaktorieller Genese mit bisher ungeklärtem heterogenem Erbgang, zeigt klinisch in seiner Symptomtrias neben einer Glossoptose und medianen Gaumenspalte eine Mikro- bzw. Retrognathie der Mandibula (Kahl-Nieke 2001; Gerson und Ehrenfeld 2011).

Dem Goldenhar-Syndrom liegt eine embryonale Fehlentwicklung des ersten und zweiten Kiemenbogens zugrunde. Aus einer hierbei entstehenden unilateralen Asymmetrie des Gesichtes mit einseitiger Hypoplasie der Cavum oris bildenden Strukturen Mandibula, Kondylus, Palatum durum et molle sowie der Zungenmuskulatur resultiert eine schiefe Kauebene mit weiteren Einzelzahnfehlstellungen und Fehlbildungen auriculärer Strukturen (Kahl-Nieke 2001; Gerson und Ehrenfeld 2011).

2.2.2 Erworbene Formen einer Dysgnathie

Dysgnathien, die sich im Laufe der skelettalen Entwicklung manifestieren, sind meist durch pathologische exogene Einflüsse, wie Mundatmung oder Zungenstoßschluckmuster, begründet.

Überdies kann eine Kieferfehlstellung auch durch ein Trauma entstehen, z.B. indem eine in Fehlstellung verheilte Collumfraktur des Processus articularis der Mandibula zu einer Asymmetrie des Unterkiefers führt (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Es gibt bezüglich einer Dysgnathie eine Vielzahl von Klassifikationen. Im Folgenden dargestellt sind die für das Grundverständnis als wichtig erachteten Klassifikationen.

2.3 Klassifikationen der Dysgnathie

Im Allgemeinen wird zwischen dentoalveolären und skelettalen Dysgnathieformen unterschieden (Kahl-Nieke 2001).

Während dentoalveoläre Okklusionsabweichungen meist mittels alleiniger kieferorthopädischer Behandlungskonzepte behoben werden können, bedürfen skelettale Dysgnathien gegebenenfalls einer kieferchirurgischen Korrektur.

Bei skelettal bedingten dysgnathen Lagebeziehungen von Unter- zu Oberkiefer wird unterschieden zwischen maxillärer bzw. mandibulärer Prognathie, Retrognathie und Laterognathie sowie Makro- und Mikrognathie (Kahl-Nieke 2001).

Eine weitere Form der Beschreibung der skelettalen Lagebeziehung beider Kiefer zueinander bzw. eines oder beider Kiefer zu der Schädelbasis unterscheidet zwischen symmetrischen (bilateralen) und asymmetrischen (unilateralen) Formen (Kahl-Nieke 2001).

Die Fehlerachsen einer Dysgnathie werden in Bezug zu den korrespondierenden Körperachsen in transversal, vertikal und sagittal unterschieden.

In der Transversalen ist eine zu schmale bzw. zu große Kieferbreite, in der Vertikalen eine Kieferhoch- oder -tieflage und in der Sagittalen eine Vor- bzw. Rücklage des Kiefers möglich.

Weitere Dysgnathie-Formen ergeben sich aus Kombinationen der genannten Fehllagen.

Der Kieferorthopäde Edward Hartley Angle traf eine sagittale Einteilung der Dysgnathien, die sich an der Okklusion der Seitenzähne orientiert (Angle 1900). Sie unterteilt ausschließlich sagittale Okklusionsabweichungen der Unter- zu den Oberkieferseitenzähnen. Zu diesem Zweck wird, wie in Tabelle 1 beschrieben, die Stellung der Zähne 13/43-44, 23/33-34 sowie 16/46 und 26/36 zueinander betrachtet (Kahl-Nieke 2001).

Der Behandlungsbeginn einer Dysgnathie wird bestimmt durch das skelettale und dentale Alter des Patienten sowie den Charakter der Dysgnathie (Kahl-Nieke 2001).

Tab. 1: Einteilung der Angle-Klassen (Angle 1900):

<i>Angle-Klasse</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Position 6er</i>	<i>Position 3er</i>
Angle-Klasse I	<i>Neutralbisslage</i>	<i>Der mesio-bukkale Höcker des Oberkiefer-6er greift in die medio-bukkale Querfissur des Unterkiefer-6er</i>	<i>Die Inzisialkante des Oberkiefer-3er trifft in den Approximalkontakt zwischen Unterkiefer-3er und 4er</i>
Angle-Klasse II/1	<i>Distalbisslage mit Steilstand der oberen Incisivi</i>	<i>Der mesio-bukkale Höcker des Oberkiefer-6er greift mesial der medio-bukkalen Querfissur des Unterkiefer-6er</i>	<i>Die Inzisialkante des Oberkiefer-3er greift mesial des Kontaktpunktes des Unterkiefer-3er und 4er</i>
Angle-Klasse II/2	<i>Distalbisslage mit Labialstand der oberen Incisivi</i>	<i>Der mesio-bukkale Höcker des Oberkiefer-6er greift mesial der medio-bukkalen des Unterkiefer-6er</i>	<i>Die Inzisialkante des Oberkiefer-3er greift mesial des Approximalkontaktes des Unterkiefer-3er und 4er</i>
Angle-Klasse III	<i>Mesialbisslage</i>	<i>Der mesio-bukkale Höcker des Oberkiefer-6er greift distal der medio-bukkalen Querfissur des Unterkiefer-6er</i>	<i>Die Inzisialkante des Oberkiefer-3er greift distal des Kontaktpunktes des Unterkiefer-3er und 4er</i>

2.4 Bedeutung der Dysgnathie als Erkrankung

Eine unkorrigierte skelettale Dysgnathie kann sowohl physische als auch psychische Beschwerden hervorrufen.

So können aus einer Kieferfehlstellung dentoalveoläre Fehlbelastungen resultieren, die zu kaufunktionellen Beschwerden führen. Beispiele hierfür sind Bruxismus und craniomandibuläre Dysfunktionen.

Desweiteren kann eine Unzufriedenheit mit der persönlichen Ästhetik und Attraktivität, die durch eine abnorme Kieferfehlstellung begründet ist, das psychische Wohlbefinden des Patienten beeinträchtigen (Steenbergen, Litt et al. 1996; Meade und Rohr-Inglehart 2010).

2.4.1 Dentoalveoläre Beschwerden einer unkorrigierten Dysgnathie

Die Folgen einer manifestierten Kieferfehlstellung zeigen sich intraoral in Form einer gestörten Okklusion, die Attritionen, Rezessionen sowie schmerzhaft traumatische Einbisse und Ulzerationen nach sich ziehen kann. Weitere mögliche Symptome sind zusätzliche Einzelzahnfehlstellungen sowie vorzeitige Zahnverluste.

Schmerzen im Bereich des Kiefergelenkes, hervorgerufen durch Fehlbelastungen, Fehlstellungen und gestörte Artikulation, führen zu einem permanent vorhandenen Beschwerdebild bis hin zu craniomandibulären Dysfunktionen und Bruxismus (Gerson und Ehrenfeld 2011).

2.4.2 Mögliche psychische Konsequenzen einer unkorrigierten Dysgnathie

In der heutigen Gesellschaft stellt Ästhetik einen zunehmend größeren Stellenwert dar. Das Gesicht nimmt hierbei im Gesamterscheinungsbild eine zentrale Rolle ein (Rustemeyer und Gregersen 2011).

Insbesondere junge Erwachsene bemerken immer früher Abweichungen ihrer dentofazialen Konfiguration von dem medial vermittelten Idealbild. Die Hauptindikation einer kieferchirurgischen Behandlung von Kieferfehlstellungen ist auf Patientenseite die Sehnsucht nach einer attraktiveren Gesichtsmorphologie (Almeida und Bittencourt 2009; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010). Bleibt dieser Wunsch unerfüllt, beeinträchtigt dies möglicherweise die Lebensqualität und das Selbstbewusstsein des Patienten (Meade und Rohr-Inglehart 2010).

2.5 Bedeutung der Dysgnathiechirurgie als Operation

In Bezug auf die weltweite Inzidenz korrekturbedürftiger Kieferfehlstellungen liegen keine einheitlichen Zahlen vor (Gerson und Ehrenfeld 2011). Es wird geschätzt, dass etwa 1,8 Millionen US-Bürger eine orthognathe Umstellungsosteotomie benötigen (Bailey, Proffit et al. 1999). Nach einer Schätzung ist jede zehnte Dysgnathie chirurgisch zu korrigieren (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Ferner wird angenommen, dass skelettale Retrognathien häufiger als Prognathien vorkommen (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Fortschritte in der Bildgebung, kürzere Krankenhausaufenthalte sowie eine gesteigerte gesellschaftliche Akzeptanz für die chirurgische Behebung von dysgnathen Fehlstellungen haben die Dysgnathieoperation in den vergangenen 25 Jahren für die Patienten zu einer praktikablen Therapieart werden lassen (Meade und Rohr-Inglehart 2010).

Der Einfluss einer stattgehabten chirurgischen Korrektur einer Dysgnathie auf die Patienten wurde im Rahmen diverser Studien erfragt.

So geben 70% der Patienten an, die sich einer kieferorthopädischen bzw. kieferchirurgischen Behandlung unterzogen, ihre faziale Ästhetik als verbessert zu empfinden (Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010).

Diese Einschätzung wird durch eine Studie von Rustemeyer und Gregersen aus dem Jahre 2011 unterstützt. Sie stellten auf Patientenseite fest, dass Ästhetik und Lebensqualität postoperativ als deutlich verbessert angegeben werden, während die Befragung des physischen Beschwerdebildes subjektiv keine signifikanten Veränderungen erfährt (Rustemeyer und Gregersen 2011).

Die generelle Zufriedenheit der Patienten mit dem postoperativen Ergebnis wird in unterschiedlichen Quellen als sehr hoch angegeben: 71% bis 86,3% der operierten Patienten würden eine kieferchirurgische Korrektur wiederholen (Finlay, Atkinson et al. 1995; Chen, Zhang et al. 2002), 87% bis 89% würden sie anderen Erkrankten weiterempfehlen (Frost und Peterson 1991; Hugo, Becker et al. 1996) und 80% bis 100% waren postoperativ insgesamt zufriedengestellt (Cunningham, Crean et al. 1996; Chen, Zhang et al. 2002).

Durch die dargestellte, im Laufe der letzten Jahre geänderte Wahrnehmung der operativen Korrektur einer Dysgnathie auf Patientenseite, d.h. von der ehemaligen Behebung kaufunktioneller Beschwerden hin zu einer ästhetischen Verbesserung des Gesichtes, hängt der Operationserfolg unmittelbar von der subjektiven Wunschvorstellung der Gesichtsmorphologie des Patienten ab (Steenbergen, Litt et al. 1996).

Daher wird empfohlen, dass sich der behandelnde Chirurg in einem gemeinsamen Gespräch mit dem Patienten und ggf. dessen Eltern nach der Motivation und den Vorstellungen des Patienten bezüglich einer kieferchirurgischen Korrektur erkundigt (Meade und Rohr-Inglehart 2010).

Die kieferchirurgische Korrektur einer Kieferfehlstellung sollte erst nach individueller Abwägung der Indikationen und Besprechung realistischer kaufunktioneller und ästhetischer Ziele vorgenommen werden (Steenbergen, Litt et al. 1996).

2.6 Geschichte der Dysgnathiechirurgie

Erste Berichte zu Operationen von Kieferfehlstellungen finden sich ab Mitte des 19. Jahrhunderts, man konzentrierte sich auf die Korrektur von mandibulären Fehlstellungen.

Eine im Jahre 1897 durch den Chirurgen Vilray P. Blair, den Zahnarzt James W. Whipple sowie den Kieferorthopäden Edward H. Angle durchgeführte sog. *St. Louis Operation* wird in der Literatur als Geburtsstunde der orthognathen Chirurgie betrachtet. Hierbei wurde erstmals eine vollständige Kontinuitätsunterbrechung des Unterkiefers vorgenommen, um eine skelettal manifestierte Progenie zu korrigieren (Blair 1906).

1921 führte Cohn-Stock erstmals eine frontale Segmentosteotomie am Oberkiefer durch, Wassmund (1927) sowie Axhausen (1934) führten die Forschungen im Gebiet der Mobilisation der Maxilla voran (Waßmund 1935; Axhausen 1937; Axhausen 1939).

Die orthognathe Chirurgie entwickelte sich bei stetiger Verbesserung der Hygiene und bildgebender Verfahren rasch und gilt seit Mitte des 20. Jahrhunderts als routinemäßiger Eingriff (Gerson und Ehrenfeld 2011).

Mitte des 20. Jahrhunderts erreichte die orthognathe Chirurgie zudem einen weiteren Meilenstein durch die Arbeit von Hugo Obwegeser an der sagittalen Spaltung des Unterkieferastes unter Schonung des Nervus alveolaris inferior (Trauner und Obwegeser 1955). Dal Pont modifizierte diese chirurgische Vorgehensweise dahingehend, dass die Knochenanlagerungsfläche bis in den horizontalen Ast der Mandibula vergrößert wurde (Dal Pont 1961).

Parallel wurden die Operationstechniken im Bereich des Oberkiefers stetig weiterentwickelt: Köle definierte eine anteriore Oberkieferosteotomie (Köle 1967), Bell die heute zumeist verwendete Operationstechnik der Down-Fracture (Bell, Mannal et al. 1988).

2.7 Stand der Literatur

2.7.1 Überblick

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der photometrischen Analyse prä- zu postoperativer perioraler Weichgewebeveränderungen im Zuge chirurgischer Unterkieferverlagerungen bei Dysgnathien der Angle-Klasse II anhand anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987).

Die durch die Dysgnathieoperation erzielten Weichgewebeveränderungen bestimmen maßgeblich das postoperative ästhetische Ergebnis (Bailey, Proffit et al. 1999), obwohl nur eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie eine skelettale und dentale Dysgnathie beheben kann (Baik und Kim 2010; Reddy, Kashyap et al. 2011).

Die Prognose weichgewebiger Veränderungen gilt in der Literatur als erschwert, da sich bei einer Umstellungsosteotomie das Weichgewebe individuell in einem anderen Maßstab verändert als das darunter liegende Hartgewebe. Hierfür verantwortlich sind individuelle Faktoren wie beispielsweise Alter, Geschlecht, Körpergewicht sowie Gewebsdicke, Muskeltonus und das Ausmaß einer postoperativen Schwellung (Baik und Kim 2010; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010).

Sowohl von Arzt- als auch Patientenseite wurde daher eine realistische Analysemöglichkeit gewünscht, um die stattgefundenen Veränderungen der Weichgewebemorphologie nach Abschluss der Behandlung objektiv zu quantifizieren (Eckhardt und Cunningham 2004).

Diesem Wunsch wurde von Seiten der Industrie in den letzten 20 Jahren nachgekommen. Derzeit ist eine Vielzahl hochentwickelter Analyseprogramme und -technologien auf dem Markt erhältlich.

Für die Analyse wird hierbei entweder auf konventionelle zweidimensionale Fernröntgenseitenbilder (Gaggl, Schultes et al. 1999; Joss und Thüer 2008) bzw. Photoaufnahmen (Almeida und Bittencourt 2009; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010) oder auf hochentwickelte dreidimensionale Bildgebungsverfahren (Miller, Morris et al. 2007; Nkenke, Vairaktaris et al. 2008; Kochel, Meyer-Marcotti et al. 2009; Kochel, Meyer-Marcotty et al. 2009) zurückgegriffen.

Die einzelnen Technologien unterscheiden sich in Strahlenbelastung, Stand der Erprobung, Verfügbarkeit, Anschaffungspreis, Zeitaufwand und Personalschulung. Diese Faktoren sind entscheidend für die klinische Einsetzbarkeit und Akzeptanz der Verfahren (Holberg, Schwenzer et al. 2005).

Im Folgenden werden die im Rahmen einer Literaturrecherche in der Datenbank PubMed in Bezug auf die Fragestellung der vorliegenden Arbeit wichtig erachteten Artikel dargestellt.

Zur besseren Übersicht erfolgt die Untergliederung in die Unterpunkte Zwei- und Dreidimensionale Analyseverfahren.

Eine von Raymond Edler et al. im Jahr 2006 durchgeführte Studie soll schließlich aufgrund ihres besonderen Stellenwertes in Bezug zu der vorliegenden Fragestellung am Ende gesondert dargestellt werden (Edler, Agarwal et al. 2006).

2.7.2 Zweidimensionale Analyseverfahren

Zweidimensionale Analyseverfahren greifen nahezu ausschließlich auf konventionelle Fernröntgenseitenbilder oder En Face- bzw. Profilphotoaufnahmen zurück.

2.7.2.1 Analyse anhand des Fernröntgenseitenbildes

Die Analyse des im zweidimensionalen Fernröntgenseitenbild abgebildeten Hart- und Weichgewebes stellt das gängigste Verfahren bei der präoperativen Planung und postoperativen Evaluation einer Umstellungsosteotomie dar (Cohen 1965; McNeil, Profitt et al. 1972; Friede, Kahnberg et al. 1987; Ewing und Ross 1992; Holberg, Heine et al. 2005; Holberg, Schwenzer et al. 2005).

Das Weichgewebe wird anhand ausgewählter kephalometrischer Werte analysiert (Bell, Kiyak et al. 1985; O'Brien, Wright et al. 2009). Es dominiert die Bewertung punktueller prä- zu postoperativer Veränderungen.

Es zeigt sich eine unübersichtliche Vielfalt an Studien zu zweidimensionalen Analyseverfahren. Die im Folgenden vorgestellten Studien gelten als exemplarisch und wurden stellvertretend aus einer Vielfalt ähnlicher Publikationen ausgewählt.

Alexander Gaggl et al. veröffentlichten 1999 die Ergebnisse einer retrospektiven Studie über die Profilveränderungen am Fernröntgenseitenbild von Unterkieferrückverlagerungen. Es wurden 60 Patienten mit Angle-Klasse III-Dysgnathien (37 männlich, 23 weiblich) untersucht, das Durchschnittsalter lag bei 22 Jahren (Altersverteilung: 19-26 Jahre). Alle Patienten wiesen eine kieferorthopädische Vor- als auch Nachbehandlung auf, die Umstellungsosteotomie erfolgte nach Obwegeser-Dal Pont.

Eine kephalometrische Analyse erfolgte an Fernröntgenseitenbildern, die präoperativ sowie postoperativ in einem Zeitraum zwischen 12 bis 16 Wochen erstellt wurden.

Im Rahmen der Kephalometrie wurden sagittale sowie vertikale Abweichungen der perioralen Messpunkte Pogonion, Gnathion, Stomion, Labiale superius sowie Labiale inferius in Millimetern erfasst.

Die festgestellte periorale Weichgewebeveränderung wurde mit der skelettalen, ebenfalls dem Fernröntgenseitenbild entnommenen Verlagerungsstrecke, verglichen.

Die erfassten Weichgewebemesspunkte folgten hierbei nicht linear der skelettalen Verlagerungsstrecke:

Bei einer durchschnittlichen sagittalen Verlagerungsstrecke des knöchernen Pogonion um 7,1 Millimeter nach dorsal, folgte das Weichgewebe-Pogonion zu 83,9%, Gnathion zu 98,9%, Labiale superius zu 32%, Labiale inferius zu 79,6% und Stomion zu 45,2% der sagittalen Verlagerungsstrecke.

Desweiteren wurden die erfassten Weichgewebeveränderungen von Gaggl et al. mit den Ergebnissen mandibulärer Vorverlagerungen anderer Studien verglichen. Hierbei ergaben sich keine Korrelationen.

In der Schlussfolgerung wird daher von Gaggl et al. eine individuelle Berücksichtigung der Operationstechnik und Verlagerungsstrecke gefordert, um das Verhalten der fazialen Weichgewebemorphologie in der vertikalen und sagittalen Ebene korrekt analysieren zu können (Gaggl, Schultes et al. 1999).

In Bezug auf die Fragestellung der vorgelegten Arbeit ist festzuhalten, dass die Weichgewebeveränderungen lediglich punktuell an einem Fernröntgenseitenbild erfasst wurden. Es bleibt unklar, ob simultan zu der Umstellungsosteotomie eine Genio- bzw. Rhinoplastik vorgenommen wurde. Ferner unterbleibt eine Betrachtung in der En Face-Ansicht sowie eine Analyse proportionaler Veränderungen zusammenhängender ästhetischer Einheiten.

Christof U. Joss et al. untersuchten 2008 in einer retrospektiven Studie an Fernröntgenseitenbildern das Langzeitergebnis des Hart- und Weichgewebes nach chirurgischer Unterkiefervorverlagerung von 16 Patienten mit Dysgnathien der Angle-Klasse II (4 männlich, 12 weiblich). Der Altersdurchschnitt lag bei 21,4 Jahren (Altersverteilung: 17-30 Jahre).

Die Umstellungsosteotomie erfolgte in den Jahren 1986-1989 durch bisagittale Kontinuitätsunterbrechung der Mandibula ohne simultane Genioplastik. Auch hier erhielten alle Patienten eine kieferorthopädische Vor- als auch Nachbehandlung.

Die Fernröntgenseitenbilder wurden zu den Zeitpunkten präoperativ sowie im Durchschnitt 5 Tage, 6,6 Monate, 14,4 Monate und 12,7 Jahre postoperativ erstellt. Im

Rahmen der kephalometrischen Analyse wurden punktuelle vertikale sowie horizontale Veränderungen der Messpunkte Pogonion, Gnathion, B-Punkt und Labiale inferius in Millimetern erfasst. Hierbei zeigten sich signifikante Rezidive 12,7 Jahre nach der Operation: B-Punkt um 50%, Pogonion um 60%.

Die Autoren folgerten, dass die Berücksichtigung der individuellen Faktoren Operationstechnik, Gewebealterung, Geschlecht und initiale postoperative Gewebsheilung notwendig sei, um eine Vorhersage über das periorale Hart- und Weichgewebeverhalten treffen zu können (Joss und Thüer 2008).

In Bezug auf die vorliegende Arbeit ist festzuhalten, dass die Aussagekraft dieser Studie durch das kleine Patientenkollektiv von 16 Patienten begrenzt ist. Es erfolgt lediglich eine Analyse der Veränderung einzelner Punkte. Ferner unterbleiben, wie auch bei der voran beschriebenen Studie, eine Betrachtung in der Frontalansicht sowie eine Angabe proportionaler Veränderungen.

Insgesamt wird die Genauigkeit der auf Kephalometrie basierenden zweidimensionalen Analyseverfahren bezüglich des Weichgewebeergebnisses in diversen Studien als unbefriedigend eingestuft, da die Kephalometrie für die skelettale bzw. dentale Ursachenfindung einer Kieferfehlstellung entwickelt wurde und nur bedingt das Weichgewebe mit einbezieht (Holberg, Heine et al. 2005; Baik und Kim 2010).

2.7.2.2 Analyse anhand von En Face- und Profilphotoaufnahmen

Eine Alternative zum Fernröntgenseitenbild stellen En Face- und Profilphotoaufnahmen dar, um das Weichgewebe zu analysieren.

Die kostengünstige Erstellung, rasche Verfügbarkeit, einfache technische Handhabung, fehlende Strahlenbelastung und somit patientenschonende Technologie der Photographie bieten Vorteile im Klinikalltag.

Leicht identifizierbare anthropometrische Punkte über Knochenprominenzen wie Glabella, Subnasale, Sublabiale und Menton ermöglichen eine einfache und ökonomische Messung (Landes, Zachar et al. 2002).

Eine Untersuchung der Photoaufnahmen kann sowohl in Millimetern (Sinclair, Kilpelainen et al. 1995; Eckhardt und Cunningham 2004; Calignano und Vezzetti 2009; Baik und Kim 2010; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010) als auch anhand anthropometrischer Parameter, wie beispielsweise nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) erfolgen (Landes, Zachar et al. 2002; Edler, Agarwal et al. 2006).

Osvaldo Magro-Filho et al. veröffentlichten 2010 die Ergebnisse einer retrospektiven Studie, in der das Simulationsergebnis zweier auf dem Markt erhältlicher zweidimensionaler Analyseprogramme verglichen wurde. Das Patientenkollektiv bestand aus zehn Patienten, die eine Klasse III-Dysgnathie aufwiesen und bei denen im Rahmen einer bignathen Umstellungsosteotomie eine Unterkiefferrückverlagerung und Oberkiefervorverlagerung vorgenommen wurde. Postoperativ erfolgte nur an einem Teil des Patientenkollektivs eine kieferorthopädische Weiterbehandlung.

Die Simulation erfolgte an präoperativ standardisiert aufgenommenen Profilphotoaufnahmen. Die skelettale Verlagerungsstrecke wurde am Fernröntgenseitenbild ermittelt aus dem Vergleich der prä- zu postoperativen Aufnahmen. Beide Simulationsprogramme erstellten einen linearen Zusammenhang zwischen der knöchernen Verlagerungsstrecke in Millimetern und der zu simulierenden Weichgewebemorphologie an der Profilphotoaufnahme.

Die Analyse erfolgte gestützt auf anthropometrische Punkte wie Pronasale, Labiale superius, Labiale inferius und Menton in Millimetern sowie anhand des Nasolabialwinkels.

101 Ärzte der Fachrichtungen Kieferorthopädie, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie sowie Allgemeiner Zahnmedizin verglichen die simulierten mit den sechs Monate postoperativ angefertigten Profilphotoaufnahmen. Eine Benotung erfolgte anhand der Veränderung der oben genannten anatomischen Punkte.

Es zeigte sich, dass beide Analyseprogramme jeweils Schwächen und Stärken in der perinasalen bzw. perioralen Darstellung im Vergleich zu dem definitiven postoperativen Profilbild aufwiesen (Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010).

In Bezug zu der vorliegenden Fragestellung ist hervorzuheben, dass eine Analyse an Profilphotoaufnahmen prinzipiell möglich ist. Es erscheint jedoch als unangebracht, die dem Fernröntgenseitenbild entnommene knöcherne Verlagerungsstrecke als Grundlage für die Weichgewebedarstellung zu nehmen, da hierbei die individuellen Gewebefaktoren unberücksichtigt bleiben. Ferner unterliegt die Ergebnisbeurteilung durch das ärztliche Personal subjektiven Einflüssen. Die Aussagekraft der Studie ist durch die geringe Patientenzahl zusätzlich begrenzt. Desweiteren unterbleibt eine Nennung der Alters- und Geschlechterverteilung sowie eine Untersuchung an Frontalphotoaufnahmen.

Es ist festzustellen, dass bei der Simulationsbewertung von Photoaufnahmen und Fernröntgenseitenbildern hauptsächlich auf Punktmessungen im Profil zurückgegriffen

wird. Die sich bei einer Umstellungsosteotomie ergebenden Veränderungen der anatomischen Messpunkte werden jeweils isoliert betrachtet, es unterbleibt eine Analyse der Veränderungen in der En Face-Ansicht.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der kephalometrischen Messung an Fernröntgenseitenbildern und anthropometrischen Messungen an standardisierten Patientenphotos wurde bereits nachgewiesen (Farkas, Thompson et al. 1999; Landes, Zachar et al. 2002). Allerdings wurden hierbei punktuelle Veränderungen untersucht und keine relativen Bewegungen zusammenhängender Einheiten.

2.7.3 Dreidimensionale Analyseverfahren

Die Technologien zu der dreidimensionalen Weichgewebeanalyse sind u.a. Computertomographie, 3D-Laserscan, 3D-Sensor oder Videoscan.

Gemeinsamkeit dieser Technologien ist, dass zunächst die Gesichtsmorphologie auf unterschiedliche Weise erfasst und im Anschluss daran die zu erwartende faziale Weichgewebemorphologie simuliert wird.

Die Technologien unterscheiden sich voneinander in Aufwand, Präzision sowie Strahlenbelastung:

Die Computertomographie ermöglicht eine gute Aussage über das Hartgewebe, liefert allerdings nur bedingt Informationen über das Weichgewebe und führt zu einer hohen Strahlenbelastung des Patienten. Durch die Divergenz der Röntgenstrahlen in der Entfernung von Fokus zu Objekt sowie Objekt zu Bildträger kommt es zudem zu einer 4-7% vergrößerten Abbildung (Landes, Bitsakis et al. 2002). Dies führt zu methodisch verfälschten Messwerten.

Im Vergleich zum konventionellen Fernröntgenseitenbild ist die Computertomographie darüber hinaus strahlen- und kostenintensiver.

Sowohl der 3D-Laserscan als auch der 3D-Sensor basieren nicht auf schädigender ionisierender Strahlung. Beide ermöglichen im Vergleich zu der Computertomographie genauere Aussagen über das faziale Weichgewebe, da es in Farbe, Form und Textur exakt wiedergegeben wird (Nkenke, Vairaktaris et al. 2008; Baik und Kim 2010). Nachteilig ist hierbei der hohe Arbeitsaufwand. Die Bearbeitungszeit für die Generierung eines virtuellen Modells beträgt circa 50 Minuten (Holberg, Schwenzer et al. 2005).

Der Videoscan benötigt eine spezielle Raumausleuchtung, um das Gesichtsprofil genau definieren zu können. Seine Aussagekraft gilt in der Literatur als umstritten. So

berichten Sinclair et al. in einer Studie über die videoscan-gestützte dreidimensionale Simulation einer Unterkiefervorverlagerung, dass es bei 20% des Patientenkollektivs in der perioralen Darstellung im Bereich der Unterlippe sowie Kinn zu Abweichungen von mehr als 2 mm kam (Sinclair, Kilpelainen et al. 1995).

Die genannten dreidimensionalen Technologien zu der Weichgewebeanalyse beziehen sich in ihrer Darstellung auf Einzelpunkte und stellen lineare Zusammenhänge zwischen der Knochenverlagerungsstecke und dem Verhalten des perioralen Weichgewebes her (Holberg, Schwenzer et al. 2005; Conley und Boyd 2007; Chew, Sandman et al. 2008; Nkenke, Vairaktaris et al. 2008). Eine Berücksichtigung proportionaler Verhältnisse von zusammenhängenden ästhetischen Einheiten im Gesicht unterbleibt bei diesen Verfahren.

Für Computertomographie, 3D-Laserscan, 3D-Sensor und Videoscan bleibt die klinische Alltagstauglichkeit durch den hohen Anschaffungspreis, die selten gerechtfertigte Indikationsstellung und notwendige intensive Personalschulung daher fraglich (Sinclair, Kilpelainen et al. 1995; Nkenke, Vairaktaris et al. 2008; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010).

2.7.4 Studie Raymond Edler et al. aus dem Jahr 2006

Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die Fragestellung der vorgelegten Studie wird im Folgenden eine im Jahr 2006 von Raymond Edler et al. im European Journal of Orthodontics publizierte retrospektive Studie separat dargestellt (Edler, Agarwal et al. 2006).

Raymond Edler et al. untersuchten die Anwendbarkeit ausgewählter anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987), um die faziale Attraktivität 15 ausgewählter Probanden objektiv zu quantifizieren.

Das Studiendesign sah vor, die im Rahmen einer photometrischen Analyse anhand anthropometrischer Indizes nach Farkas (Farkas und Munro 1987) festgestellten Werte mit der ästhetischen Wahrnehmung von ärztlichem Fachpersonal zu vergleichen.

Ferner stellten Raymond Edler et al. die Überlegung an, dass diese anthropometrischen Indizes geeignet sind, faziale Weichgewebeveränderungen bei Dysgnathieoperationen aufzuzeigen. Anhand eines Vergleiches zwischen dem Grad der festgestellten anthropometrischen Veränderung und der ästhetischen Wahrnehmung der Ärzte sollte anschließend untersucht werden, ob eine Korrelation zwischen beiden

Werten besteht bzw. ob der Grad der Indexveränderung das allgemeine Ästhetikempfinden widerspiegelt.

Hierfür wurden prä- und postoperativ standardisiert angefertigte En Face- und Profil-photoaufnahmen von 15 Patienten ausgewählt, die sich aufgrund einer extremen Kieferfehlstellung einer Umstellungsosteotomie unterzogen (9 männlich, 6 weiblich, Altersspanne: 20-44 Jahre, Altersdurchschnitt: 22 Jahre).

Jeweils fünf Ärzte der Fachrichtungen Kieferchirurgie und Kieferorthopädie benoteten individuell die Photoaufnahmen: Der erste Photoband enthielt ausschließlich die präoperativen Photoaufnahmen der Patienten. Eine Benotung erfolgte hierbei mittels einer Skala von 1 (sehr unattraktiv) bis 10 (sehr attraktiv). In dem zweiten Photoband wurden die prä- den postoperativen Aufnahmen gegenübergestellt. Das ärztliche Personal stufte hierbei anhand einer Skala von 1 (extrem verschlechtert) bis 10 (extrem verbessert) das Ausmaß der ästhetischen Veränderung ein.

Beide Benotungsvorgänge wurden zeitlich voneinander getrennt zweimal vorgenommen.

Für die photometrische Analyse wurde auf von Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) entwickelte anthropometrische Indizes zurückgegriffen.

Raymond Edler et al. betonen in ihrer Beschreibung der Methodik die universelle Einsetzbarkeit dieser Indizes, da diese auf der Messung von über 2.500 Probanden fußen und auf einfach durchzuführenden linearen Messungen beruhen.

Bei der Auswahl von 25 Indizes wurde darauf geachtet, dass die zugrundeliegenden anatomischen Punkte verlässlich identifizierbar waren und die Indizes als geeignet erschienen, Weichgewebeveränderungen im Rahmen von Dysgnathieoperationen zu erfassen.

Die Vermessung wurde von einem einzigen Anwender durchgeführt. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit betrug hierbei 15 Minuten pro Patient.

Der Vergleich zwischen den durch die Indizes und den aus der ärztlichen Befragung ermittelten Werten gelang durch die Entwicklung dreier rechnerischer Vergleichsmethoden:

Für jeden Patienten wurde die prä- zu postoperative Änderung der 25 Indexwerte zu den von Farkas festgelegten Durchschnittswerten addiert und mit der Gesamtbewertung der Ärzte verglichen.

Darüber hinaus wurde für jeden Indexwert des Patienten zunächst die Gesamtveränderung im prä- zum postoperativen Vergleich ermittelt und mit dem jeweiligen Norm-

Durchschnittswert nach Farkas dividiert. Anschließend wurden die hierbei festgestellten 25 Indexwerte für jeden Patienten addiert und mit der klinischen Gesamtbenotung verglichen. Mittels dieser Vergleichsmethode untersuchten Edler et al., ob der Zahlenwert der Indizes den Umfang der durch die Umstellungsosteotomie veränderten ästhetischen Wahrnehmung des ärztlichen Fachpersonals widerspiegelt.

Ferner wurden die Gesamtveränderungen der einzelnen Indizes im prä- zu postoperativen Vergleich durch die individuelle Standardabweichung nach Farkas (Farkas und Munro 1987) dividiert und anschließend addiert. Daraufhin erfolgte ein Vergleich mit der ärztlichen Beurteilung. Der Einfluss einzelner Indizes auf das Gesamtergebnis wurde hierdurch vermieden.

Raymond Edler et al. gelangen bei dem Vergleich zwischen der anthropometrischen Analyse nach Leslie G. Farkas und der Benotung durch das ärztliche Fachpersonal zu folgenden Schlussfolgerungen (Edler, Agarwal et al. 2006):

In der ästhetischen Wahrnehmung der Ärzte zeigten die Patienten mit der präoperativ geringsten fazialen Attraktivität die postoperativ größten Verbesserungen und profitierten somit am meisten von der Operation.

Es zeigte sich zudem eine große Übereinstimmung zwischen der Änderung der Indexwerte und der ärztlichen Beurteilung der durch die Operation erzielten fazialen Veränderung.

Durch Einsatz eines alleinigen Anwenders bei der Erstellung der Photoaufnahmen und der anthropometrischen Vermessung wurde die Standardabweichung minimiert.

Insgesamt zeigen die in dieser Studie vorgestellten Ergebnisse, dass anthropometrische Indizes nach Farkas geeignet sind, faziale Änderungen nach Dysgnathieoperationen zu beschreiben. Es unterblieb jedoch eine systematische Auswertung der prä- zu postoperativen Veränderungen der anthropometrischen Indizes in einem größeren Studienkollektiv. Stattdessen erfolgte lediglich eine Einzelfallauswertung verschiedener Dysgnathieoperationen in einem kleinen Patientenkollektiv von 15 Patienten.

2.7.5 Zusammenfassung des derzeitigen Standes der Literatur

Eine Literaturrecherche betreffs der Evaluation des postoperativen Weichteilergebnisses nach chirurgischer Korrektur von Dysgnathien zeigt zusammengefasst eine vielfältige aber unübersichtliche Landschaft an Publikationen. Studien an heterogenen Patientenkollektiven mit kaum vergleichbaren Ergebnissen, in denen unterschiedliche Messpunkte verwendet wurden, unterstreichen diese Einschätzung.

Generell gilt die Evaluation der postoperativen fazialen Weichgewebeverteilung als erschwert aufgrund folgender Umstände:

Die Technik der Operation, individueller Muskeltonus, Mimik, Gewebsdicke, Gewichtsveränderungen, Alterung und postoperative Schwellungen haben einen unterschiedlichen Einfluss auf das Weichgewebe. Dennoch wurden sie in bisherigen zwei- als auch dreidimensionalen Analyseverfahren nur unbefriedigend berücksichtigt (Gaggl, Schultes et al. 1999; Landes, Bitsakis et al. 2002; Baik und Kim 2010; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010).

Der momentane Goldstandard bei der Evaluation der durch eine chirurgische Kieferkorrektur erreichten fazialen Weichgewebeveränderung ist die kephalometrische Messung an Fernröntgenseitenbildern in Millimetern (Sinclair, Kilpelainen et al. 1995; Upton, Sadowsky et al. 1997; Eckhardt und Cunningham 2004; Calignano und Vezzetti 2009; Baik und Kim 2010).

Folgende anatomische Messpunkte werden hierbei bevorzugt: Pronasale, Subnasale, Labiale superius et inferius, Pogonion und Menton (Upton, Sadowsky et al. 1997; Holberg, Heine et al. 2005).

Eine Bewertung der postoperativ veränderten fazialen Ästhetik wurde bisher hauptsächlich durch subjektive Messungen von Patient, Arzt und Laien vorgenommen (Edler, Agarwal et al. 2006).

Die Hauptindikation für eine Dysgnathieoperation ist auf Patientenseite der Wunsch nach einer verbesserten fazialen Ästhetik (Almeida und Bittencourt 2009; Magro-Filho, Magro-Ernica et al. 2010). Eine präzise Simulations- und Evaluationstechnologie erleichtert die Kommunikation zwischen Patient und Arzt, um klare objektive Behandlungsziele zu vereinbaren. Die postoperative Patientenzufriedenheit steigt proportional zu dem Ausmaß der präoperativen Aufklärung (Meade und Rohr-Inglehart 2010).

Es wird in der Literatur gefordert, für die einzelnen Dysgnathieformen und dazugehörigen Operationstechniken zukünftig einen individuellen Algorithmus der Weichgewebeveränderung zu erforschen, um das postoperative Ergebnis objektiv zu quantifizieren (Chew, Sandman et al. 2008; Nkenke, Vairaktaris et al. 2008).

Die von Leslie G. Farkas entwickelten anthropometrisch-proportionalen Indizes könnten dazu dienen, in einem ökonomischen Verfahren das Weichteilergebnis von Dysgnathieoperationen zu erfassen und die erreichte Weichgewebeveränderung objektiv wiederzugeben.

Die hier dargestellte Literaturrecherche zeigte, dass eine Analyse der relativen Veränderungen der einzelnen ästhetischen Einheiten des Gesichtes bis dato nicht erfolgt ist (Farkas und Munro 1987; Edler, Agarwal et al. 2006).

3. Ziele und Fragestellung der vorgelegten Arbeit

Das ästhetische Ergebnis einer Dysgnathieoperation wird maßgeblich durch das Weichgewebe determiniert (Baik und Kim 2010). In Bezug auf die Analyse prä- zu postoperativer Veränderungen des Weichgewebes in Folge von Dysgnathieoperationen besteht eine unübersichtliche Vielfalt an Studien.

Die meisten gegenwärtig vorliegenden Studien quantifizieren prä- zu postoperative Veränderungen durch Erfassung der Positionsänderung einzelner anthropometrischer Punkte am Fernröntgenseitenbild.

Aufgrund der zunehmenden Anzahl an durchgeführten operativen Korrekturen von Dysgnathien sowie des Einflusses der Operationen auf das ästhetische Erscheinungsbild des einzelnen Patienten erscheint die Etablierung einer objektivierbaren quantitativen Evaluationsmethode prä- zu postoperativer Weichgewebeveränderungen als angebracht. Auch in gutachterlichen Fragestellungen könnte ein derartiges Verfahren hilfreich sein.

Die zu diesem Zweck zu etablierende Methode sollte sich durch schnelle Verfügbarkeit, technisch unkomplizierte Handhabung, hohe Standardisierung und kostengünstige Durchführung auszeichnen, um im klinischen Alltag anwendbar zu sein. Standardisierte Photographien könnten als Basis hierfür dienen.

Da bezüglich der einzelnen Dysgnathieformen ein quantitatives Übergewicht mandibulärer Retrognathien besteht, wurden in der vorgelegten Studie 171 Patienten mit Dysgnathien der Angle-Klasse II evaluiert, die sich in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/ Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Jena einer chirurgischen Unterkiefervorverlagerung nach Obwegeser-Dal Pont unterzogen.

Um eine objektive Aussage über die durch die Operation erzielten Veränderungen treffen zu können, sollen prä- sowie drei und neun Monate postoperativ erstellte standardisierte En Face- und Profilphotoaufnahmen in einem objektiven und reproduzierbaren Verfahren untersucht werden.

Die photometrische Analyse erfolgt hierbei anhand bekannter anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987), die diesbezüglich bislang nicht systematisch untersucht wurden.

Die vorgelegte Arbeit soll prüfen, ob eine quantitative Analyse prä- zu postoperativer im Zuge chirurgischer Unterkiefervorverlagerungen auftretender Weichgewebeveränderungen anhand anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas und standardisierter Photographien möglich ist.

Um die Plausibilität der erhobenen Messergebnisse zu überprüfen, sollen diese mit etablierten kephalometrischen Messungen am Fernröntgenseitenbild korreliert werden.

4. Patientenkollektiv und Methode

4.1 Kriterien bei der Erstellung des Patientenkollektivs

In die vorgelegte Studie wurden 171 Patienten mit Angle-Klasse II eingeschlossen, die sich im Zeitraum Januar 2006 bis März 2011 in der der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/ Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Jena einer Unterkieferverlagerung nach Obwegeser-Dal Pont unterzogen.

Die Patientenidentifikation erfolgte mittels SAP-gestützter chronologischer Recherche des klinikeigenen Operationsprogrammes.

Das Studiendesign schrieb hierbei folgende Kriterien vor, um in das Patientenkollektiv mit aufgenommen zu werden:

- Vollständig erhaltene Stützzonen (vollständige Dentition vom ersten Molaren bis zum ersten Molaren)
- Abgeschlossenes skelettales Wachstum
- Erfolgte dentale Dekompensation im Zuge der präoperativ vorgenommenen kieferorthopädischen Behandlung
- Isolierte mandibuläre Umstellungsosteotomie nach Obwegeser-Dal Pont ohne Genio- bzw. Rhinoplastik
- Keine kongenitalen Fehlbildungen oder syndromalen Erkrankungen
- Kaukasier
- Vollständige und korrekt durchgeführte Dokumentation der Photo- und Fernröntgenseitenbilder zu den Zeitpunkten ein Tag präoperativ sowie drei und neun Monate postoperativ.

Von 336 in der SAP-Recherche identifizierten Patienten trafen auf 171 Patienten alle oben genannten Kriterien zu. Somit wurde das in der Literatur beschriebene Übergewicht skelettaler Retrognathien auch bei der Erstellung des Patientenkollektivs der vorliegenden Studie bewiesen.

Die ermittelten Patientendaten wurden in einer Exceltabelle (*Microsoft Office Excel 2007*, Redmond/Washington, USA) erfasst.

4.2 Methode

4.2.1 Bildmaterial

Aussagekraft und Vergleichbarkeit der verwendeten Fernröntgenseitenbilder sowie der En Face- und Profiphotoaufnahmen setzen die im Folgenden beschriebenen genau festgelegten Kriterien bei der Erstellung von Röntgen- und Photoaufnahmen voraus.

In das Patientenkollektiv wurden nur Patienten mit korrekt erfolgter, vollständiger Photo- und Röntgendokumentation präoperativ sowie drei und neun Monate postoperativ aufgenommen.

Das jeweilige Bildmaterial des Patienten wurde in Ordnern entsprechend der in der Exceltabelle vorgegebenen alphabetischen Reihenfolge standardisiert benannt und abgelegt:

002: für Patient mit fortlaufender Nummerierung

prae: präoperativ, *post1/2*: postoperativ 1 (3 Monate) und 2 (9 Monate)

face: En Faceansicht, *profil*: Profilansicht, *frs*: Fernröntgenseitenbild

4.2.1.1 Kriterien bei der Erstellung von Fernröntgenseitenbildern

Bei der Erstellung der in der Studie ausgewerteten Fernröntgenseitenbilder wurde in typischer Art und Weise vorgegangen (Segner und Hasund 1998):

- Die gewünschte Kopfposition wird durch die Fixation der Ohrläppen im Meatus acusticus externus sichergestellt. Der Patient sollte hierbei stehen, um die natürliche Kopfposition (Flexion des Halses) aufzeichnen zu können.
- Patienten mit extremen Formen der Dysgnathie, wie beispielsweise einer Unterkieferrücklage oder einem frontalen Kreuzbiss, können eine habituell pathologische Unterkieferposition einnehmen. Der Patient sollte daher die retraleste Unterkieferposition einnehmen, um eine Reproduzierbarkeit bei folgenden Röntgenaufnahmen zu ermöglichen.
- Um der Divergenz der Röntgenstrahlen und der damit einhergehenden vergrößerten Abbildung entgegen wirken zu können, ist der Patient so weit wie möglich von der Strahlenquelle entfernt zu positionieren. In der vorgelegten Studie wurde ein Abstand von vier Metern verwendet.

Es ist hervorzuheben, dass beide Schädelhälften in eine Ebene übereinander projiziert werden. Dies kann bei der Analyse zu einer Verfälschung führen.

Durch den Einsatz eines zahnmedizinisch-geschulten Röntgenpersonals wiesen alle in der vorgelegten Studie verwendeten Fernröntgenseitenbilder die geforderte Standardisierung auf.

Die kephalometrische Analyse der Fernröntgenseitenbilder erfolgte mittels des Programmes *ZI-Win Ceph* (CompuGroup Medical Dentalsysteme GmbH, Koblenz, Deutschland).

Die ermittelten Werte wurden in der verwendeten Exceltabelle *Microsoft Office Excel 2007*, Redmond/Washington, USA) protokolliert.

4.2.1.2 Kriterien bei der Erstellung von Patientenphotoaufnahmen

Die Photodokumentation betreffend, werden ein entspannter Gesichtsausdruck, Parallelität der Interpupillarlinie zu der Photolinse sowie 55 cm Distanz Photokamera zum Patienten gefordert, um Verfälschungen der fazialen Größenverhältnisse zu vermeiden. Ein entspannter, reproduzierbarer Gesichtsausdruck des Patienten ist wichtig, da Anspannungen der mimischen Muskulatur zwangsläufig zu Bewegungen des perioralen sowie perinasalen Weichgewebes führen (Bengel 1985; Claman, Patton et al. 1990; Flowers und Flowers 1993).

Durch Einsatz eines klinikeigenen professionellen Fotografen wurden diese allgemeinen Rahmenbedingungen sichergestellt, sodass die in dieser Studie verwendeten Patientenphotoaufnahmen als in standardisierter Art und Weise erstellt und erhoben gelten.

Folgender Photokameratyp wurde bei der Erstellung aller Photoaufnahmen verwendet: Nikon D 80 (Objektiv: Nikon AF Micro Nikkor 105 mm 1:2.8 D; Blende: f13; Nikon Corp, Tokyo, Japan).

Für die photometrische Analyse wurde das Programm *Adobe Photoshop* (Adobe Inc., San Jose, USA) benutzt.

Die hierbei ermittelten Werte wurden in die bereits angesprochene Exceltabelle *Microsoft Office Excel 2007*, Redmond/Washington, USA) aufgenommen.

4.2.2 Grundlagen der Anthropometrie nach Leslie G. Farkas

Die Anthropometrie beschäftigt sich mit der Wissenschaft von den menschlichen Körper- und Skelettmerkmalen und deren exakter Bestimmung (Duden 2010).

Leslie G. Farkas war bestrebt, eine proportionale Messmethode zu entwickeln, um relative anthropometrische Veränderungen während des Wachstums bzw. nach chirurgischen Eingriffen zu erfassen (Farkas und Munro 1987).

Er beschäftigte sich in den Jahren 1967 bis 1984 im Rahmen der *Toronto anthropometric growth study* mit der anthropometrischen Vermessung von 2564 Gesichtern (1197 männlich, 1367 weiblich). Die Kohorte setzte sich aus den Angestellten der ortsansässigen Klinik und Schwesternschule sowie professionellen Models zusammen.

Es wurden hierbei ausschließlich Kaukasier erfasst: 40% Angelsachsen aus dem Nord-Amerikanischen Raum, 33% Südländer (Franzosen, Italiener, Spanier, Portugieser) sowie Germanen (Deutsche, Schweden, Niederländer, Dänen, Norweger), Slawen (Ukrainer, Polen, Slowaken, Kroaten) und verschiedene Gruppen Kaukasier (Ungarn, Estländer, Finnen, Letten). Eine Unterteilung in Alter und Geschlecht wurde berücksichtigt.

Farkas benutze anatomisch prominente Punkte des fazialen Weichgewebes; die in der vorgelegten Studie verwendeten Landmarken sind den Abbildungen 1 und 2 sowie in Tabelle 2 aufgeführt.

Aus jeweils zwei Punkten definierte Farkas eine fixe Strecke, die als lineare Messung zu erfassen ist und in der Literatur als Parameter geführt wird. Um eine proportionale faziale Veränderung zu beschreiben, setzte Leslie G. Farkas zwei der aus dem Durchschnitt der bereits beschriebenen Patientenkohorte stammenden Parameter rechnerisch in ein Verhältnis. Die kürzere Strecke wird hierbei als Prozentsatz der längeren Strecke ausgedrückt.

Insgesamt entwickelte Farkas auf diese Weise 176 Indizes, die die Regio

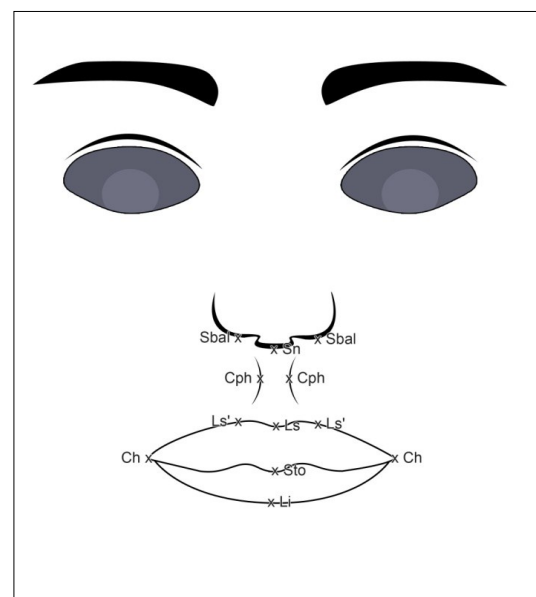


Abb. 1:
Verwendete En Face-Messpunkte

perioralis, perinasalis, perioorbitalis sowie periauricularis beschreiben. Ferner wird das Gesicht in Ober-, Mittel- und Untergesicht unterteilt und das Kinn sowie die Stirn mitberücksichtigt. Sie alle sind in dem Buch *Anthropometric facial proportions in medicine* publiziert (Farkas und Munro 1987).

Für jeden Index wurde durch die enorm große Kohorte ein repräsentativer prozentualer Mittelwert ermittelt, der die durchschnittliche Proportion beider betreffenden Parameter widerspiegelt.

Die jeweilige faziale Individualität wird durch eine Standardabweichung (SD) berücksichtigt, die die Abweichung vom Mittelwert angibt. Sie reicht von -2 SD über -1 SD und +1SD bis +2 SD. Das

Ausmaß der Standardabweichung gibt hierbei die Individualität innerhalb der untersuchten Kohorte wieder und erlaubt somit Rückschlüsse auf die Streuung innerhalb der Bevölkerung.

Indizes mit einer kleinen Standardabweichung geben eine große verbreitete Homogenität gegenüber einem Index mit großer Standardabweichung wieder.

Das Gesicht wird als proportional beurteilt, wenn der Index innerhalb der Standardabweichung liegt.

Ein subnormaler Indexwert liegt unterhalb von -2 SD, ein supernormaler Indexwert oberhalb von +2 SD. Beide weisen auf ein Missverhältnis, d.h. ein unharmonisches Verhältnis, hin.

Gründe hierfür sind die Kombinationen einer normalen und einer anormalen (größeren bzw. kleineren) Messung, zwei anormalen Messungen oder zwei normalen Messungen, die jedoch an gegenüberliegenden Enden der Normalverteilung liegen. Das menschliche Auge unterscheidet sensibler in ästhetisch wichtigen Gesichtsräumen, wie z.B. Orbita oder Nase, zwischen harmonischer und unharmonischer

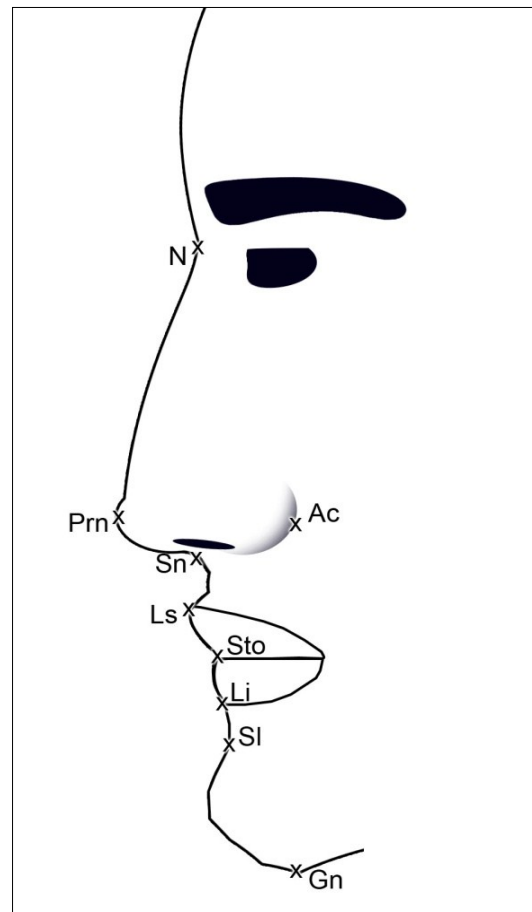


Abb. 2:
Verwendete Profil-Messpunkte

Verteilung als ein statistisches Messverfahren. So wird ein Indexwert, der zwar innerhalb der Standardabweichung liegt aber nahe der Grenze (± 2 SD), vom menschlichen Auge tendenziell als eher unharmonisch eingestuft.

Tab. 2: Verwendete anthropometrische Messpunkte:

<i>Abkürzung</i>	<i>Kurzbezeichnung</i>	<i>Definition</i>
<i>N</i>	<i>Nasion</i>	<i>Der am weitesten anterior liegende Punkt der Sutura nasofrontalis (unpaarig)</i>
<i>Sn</i>	<i>Subnasale</i>	<i>Punkt am Übergang der Konvexität der Nase in die Konkavität der Oberlippe (unpaarig)</i>
<i>Sbal</i>	<i>Lateral subalare</i>	<i>Punkt an dem der laterale Rand des Naseneingangs (rechts bzw. links) auf die kutane Oberlippe trifft</i>
<i>Ac</i>	<i>Alar curvature point</i>	<i>Punkt der weitesten Nasenflügelkonvexität nach dorsal im Profil</i>
<i>Prn</i>	<i>Pronasale</i>	<i>Prominentester der Nasenspitze (unpaarig)</i>
<i>Ch</i>	<i>Cheilion</i>	<i>Übergang von Ober- zu Unterlippe (paarig), Mundwinkel</i>
<i>Cph</i>	<i>Crista philtrae</i>	<i>Punkt der weitesten Einziehung des Philtrums nach medial hin</i>
<i>Sto</i>	<i>Stomion</i>	<i>Medianer Lippenberührungspunkt bei entspannter Mundhaltung (unpaarig)</i>
<i>Ls</i>	<i>Labiale superius</i>	<i>Punkt am Übergang von Philtrum (Lippenweiß) zu der Oberlippe (Lippenrot), Oberlippenkante (unpaarig)</i>
<i>Ls'</i>	<i>Labiale superius lateralis</i>	<i>Schneidepunkt von Crista philtrae und Oberlippe (paarig)</i>
<i>Li</i>	<i>Labiale inferius</i>	<i>Der am weitesten anterior liegende Punkt der Unterlippenkante (Übergang Lippenrot zu Lippenweiß, unpaarig)</i>
<i>Sl</i>	<i>Sublabiale</i>	<i>Der am weitesten dorsal liegende Punkt der Supramentalfalte (unpaarig)</i>
<i>Gn</i>	<i>Gnathion</i>	<i>Der am weitesten anterior und kaudal liegende Punkt der Kinnkonvexität</i>

In der vorliegenden Studie wurde die photometrische Analyse der Indizes nach Farkas mittels des Programmes *Adobe Photoshop* (Adobe Inc., San Jose, USA) vorgenommen. Hierbei wurde wie folgt vorgegangen:

- Die betreffenden anatomischen Punkte wurden mittels des *Measure-Tools* auf der Photoaufnahme markiert und die Einheit am Lineal wurde auf Pixel geändert.
- Die gewünschte Strecke wurde folgendermaßen am Lineal ermittelt:
 - D1= Strecke zwischen den Punkten
 - W= Abstand beider Punkte in der X-Achse
 - H= Abstand beider Punkte in der Y-Achse

- Mittels zweier gemessener Strecken konnte der gewünschte Index mit der dazugehörigen Formel berechnet werden.

4.2.2.1 *Verwendete anthropometrische Indizes nach Leslie G. Farkas*

Für die vorliegende Studie wurden 21 Indizes nach Farkas mit der Zielsetzung ausgewählt, die im Zuge einer chirurgischen Unterkieferverlagerung einhergehenden perioralen sowie perinasalen Weichgewebeveränderungen zu erfassen (Farkas und Munro 1987).

Folgende 15 Indizes dienen der Analyse von Profilphotoaufnahmen (siehe Tabelle 3):

Tab. 3: Verwendete Profilindizes:

<i>Index Profilphotoaufnahmen</i>
<i>Vermilion-Total Upper Lip Height Index</i>
<i>Vermilion-Total Lower Lip Height Index</i>
<i>Nasal Bridge Index</i>
<i>Vermilion Height Index</i>
<i>Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index</i>
<i>Cutaneous-Total Upper Lip Height Index</i>
<i>Cutaneous-Total Lower Lip Height Index</i>
<i>Ala Length-Nose Height Index</i>
<i>Nose-Upper Face Height Index</i>
<i>Nose-Lower Face Height Index</i>
<i>Nose-Face Height Index</i>
<i>Upper Lip-Nose Height Index</i>
<i>Upper Face-Face Height Index</i>
<i>Upper Lip-Mandible Height Index</i>
<i>Chin-Mandible Height Index</i>

Folgende weitere sechs Indizes wurden für die Vermessung der En Face-Photoaufnahmen ausgewählt (siehe Tabelle 4):

Tab. 4: Verwendete En Face-Indizes:

<i>Index En Face-Photoaufnahmen</i>
<i>Upper Vermilion Contour Index</i>
<i>Lower Vermilion Contour Index</i>
<i>Upper Lip Height-Mouth Width Index</i>
<i>Philtrum-Mouth Width Index</i>
<i>Vermilion Arc Index</i>
<i>Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index</i>

Die genannten Indizes werden im Folgenden vorgestellt.

4.2.2.1.1 *Upper Lip Height-Mouth Width Index*

Der Upper Lip Height-Mouth Width Index (ULHMWI) erfasst die anatomischen Punkte Subnasale, Stomion, Cheilion rechts sowie Cheilion links (siehe Abbildung 3).

Die Strecke zwischen Subnasale und Stomion definiert hierbei die Upper lip height, die Entfernung Cheilion rechts zu Cheilion links hingegen die Mouth width.

Der ULHMWI lässt sich durch die Upper Lip height und Mouth width errechnen:

$$\frac{\text{Upper lip height} \times 100}{\text{Mouth width}}$$

4.2.2.1.2 *Philtrum-Mouth Width Index*

Der Philtrum-Mouth Width Index (PMWI) besteht aus den anatomischen Landmarken Crista philtrae rechts, Crista philtrae links, Cheilion rechts sowie Cheilion links (siehe Abbildung 4).

Die Distanz Crista philtrae rechts zu Crista philtrae links beschreibt die Philtrum width, Cheilion rechts zu Cheilion links die Mouth width.

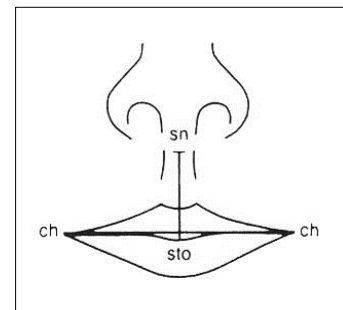


Abb. 3:
ULHMWI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

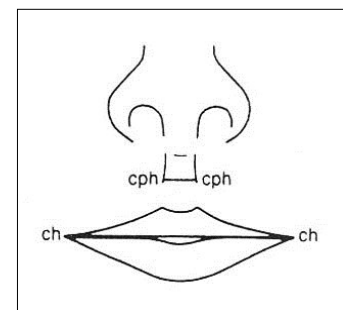


Abb. 4:
PMWI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

Die Philtrum Width wird in folgende Verbindung zu der Mouth width gebracht um den PMWI zu errechnen:

$$\frac{\text{Philtrum width} \times 100}{\text{Mouth width}}$$

4.2.2.1.3 *Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index*

Bei dem Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index (MLCULHI) werden die Punkte Subnasale, Lateral Subalare, Labiale superius sowie Labiale superius laterale erfasst (siehe Abbildung 5).

Die Strecke zwischen den Punkten Subnasale und Labiale superius legt hierbei die Cutaneus upper lip height fest. Lateral Subalare sowie Labiale superius laterale begrenzen die Lateral upper lip height.

Die Cutaneus upper lip height wird in ein Verhältnis zu der Lateral upper lip height gesetzt:

$$\frac{\text{Cutaneous upper lip height} \times 100}{\text{Lateral upper lip height}}$$

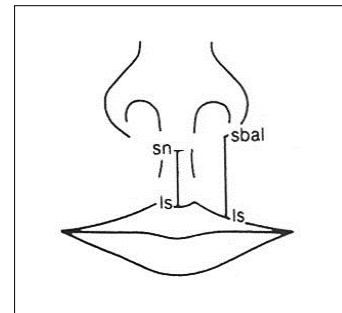


Abb. 5:
MLCULHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.4 *Upper Vermilion Contour Index*

Der Upper Vermilion Contour Index (UVCI) setzt sich aus den anatomischen Messpunkten Cheilion rechts, Cheilion links sowie Labiale superius zusammen (siehe Abbildung 6).

Die Verbindungslinie von Cheilion rechts zu Cheilion links definiert die Mouth width bzw. Cheilion rechts über Labiale superius zu Cheilion links erfasst den Upper Vermilion arc.

Der UVCI lässt sich durch die Parameter Mouth width und Upper Vermilion arc errechnen:

$$\frac{\text{Mouth width} \times 100}{\text{Upper Vermilion arc}}$$

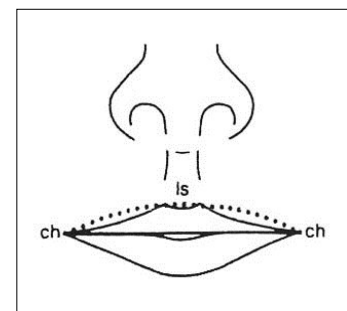


Abb. 6:
UVCI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.5 Lower Vermilion Contour Index

Der Lower Vermilion Contour Index (LVCI) erfasst die Punkte Cheilion rechts, Cheilion links und Labiale inferius (siehe Abbildung 7).

Die Strecke von Cheilion rechts zu Cheilion links ergibt den Parameter Mouth width. Die Verbindung von Cheilion rechts über Labiale inferius zu Cheilion links definiert Lower vermilion arc.

Die beiden Parameter Mouth width und Lower vermilion arc werden in ein Verhältnis gesetzt:

$$\frac{\text{Mouth width} \times 100}{\text{Lower vermilion arc}}$$

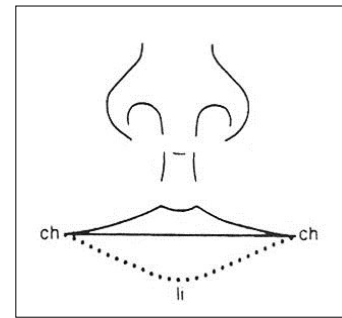


Abb. 7:
LVCI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.6 Vermilion Arc Index

Der Vermilion Arc Index (VAI) kann mittels der Punkte Cheilion rechts, Cheilion links, Labiale superius sowie Labiale inferius bestimmt werden (siehe Abbildung 8).

Die Verbindung von Cheilion rechts über Labiale inferius zu Cheilion links ergibt den Parameter Lower vermilion arc. Die Punkte Cheilion rechts, Labiale superius und Cheilion links definieren den Upper vermilion arc.

Aus den beiden Parametern Lower vermilion arc und Upper vermilion arc lässt sich der VAI bestimmen:

$$\frac{\text{Lower vermilion arc} \times 100}{\text{Upper vermilion arc}}$$

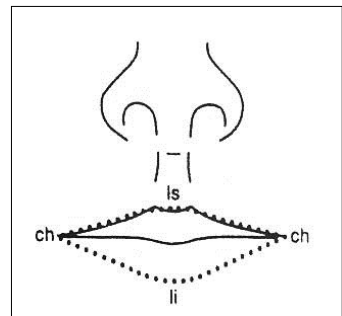


Abb. 8:
VAI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.7 *Vermilion Height Index*

Der Vermilion Height Index (VHI) setzt sich aus den anatomischen Landmarken Labiale superius, Stomion und Labiale inferius zusammen (siehe Abbildung 9).

Aus der Verbindung von Labiale superius und Stomion resultiert der anthropometrische Parameter Upper vermilion height, Stomion und Labiale inferius bilden hingegen den Parameter Lower vermilion height.

Der VHI errechnet sich aus den beiden Parametern Upper vermilion height und Lower vermilion height wie folgt:

$$\frac{\text{Upper vermilion height} \times 100}{\text{Lower vermilion height}}$$

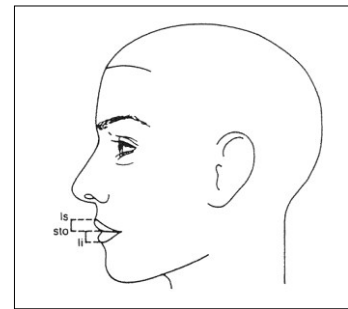


Abb. 9:
VHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.8 *Vermilion-Total Lower Lip Height Index*

Die Grundlage für den Vermilion-Total Lower Lip Height Index (VTLLHI) bilden die anatomischen Landmarken Stomion, Labiale inferius sowie Sublabiale (siehe Abbildung 10).

Farkas entwickelte aus dem Verhältnis von Stomion zu Labiale inferius den Parameter Lower vermilion height und wiederum aus Stomion zu Sublabiale den Parameter Lower lip height.

Mittels der beiden Parameter Lower vermilion height und Lower lip height lässt sich der VTLLHI ermitteln:

$$\frac{\text{Lower vermilion height} \times 100}{\text{Lower lip height}}$$

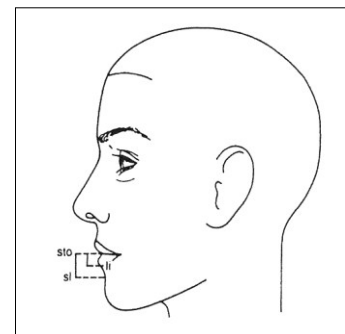


Abb. 10:
VTLLHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.9 Cutaneous-Total Lower Lip Height Index

Bei dem Cutaneous-Total Lower Lip Height Index (CTLLHI) werden die anatomischen Punkte Stomion, Labiale inferius als auch Sublabiale erfasst (siehe Abbildung 11).

Die Distanz von Labiale inferius zu Sublabiale erfasst den Parameter Cutaneous lower lip height. Die beiden Punkte Stomion und Sublabiale definieren den Parameter Lower lip height.

Mittels der Parameter Cutaneous lower lip height und Lower lip height lässt sich der CTLLHI bestimmen:

$$\frac{\text{Cutaneous lower lip height} \times 100}{\text{Lower lip height}}$$

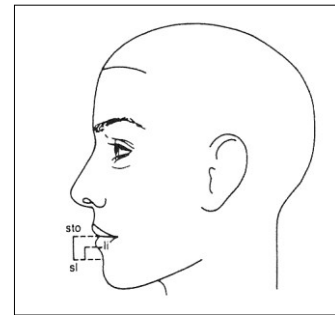


Abb. 11:
CTLLHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.10 Vermilion-Total Upper Lip Height Index

Der Vermilion-Total Upper Lip Height Index (VTULHI) greift auf die anatomischen Landmarken Labiale superius, Stomion und Subnasale zurück (siehe Abbildung 12).

Hierbei ergibt die Verbindungslinie der beiden Punkte Labiale superius und Stomion den Parameter Upper Vermilion height bzw. von Subnasale zu Stomion den Parameter Upper lip height.

Der VTULHI lässt sich durch die beiden zuvor genannten Parameter errechnen:

$$\frac{\text{Upper Vermilion height} \times 100}{\text{Upper lip height}}$$

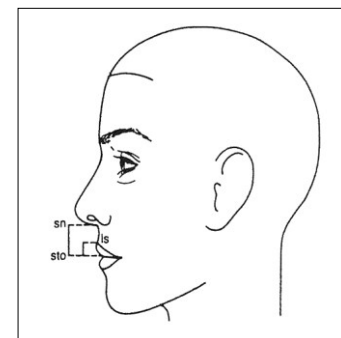


Abb. 12:
VTULHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.11 *Cutaneous-Total Upper Lip Height Index*

Bei der Analyse des Cutaneous-Total Upper Lip Height Index (CTULHI) werden die anatomischen Punkte Subnasale, Labiale superius sowie Stomion erfasst (siehe Abbildung 13).

Die Strecke von Subnasale zu Labiale superius ergibt den Parameter Cutaneous upper lip height, die Verbindung von Subnasale und Stomion definiert den Parameter Upper lip height.

Durch die beiden Parameter Cutaneous upper lip height und Upper lip height lässt sich der CTULHI folgendermaßen errechnen:

$$\frac{\text{Cutaneous upper lip height} \times 100}{\text{Upper lip height}}$$

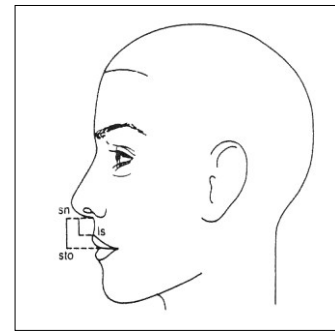


Abb. 13:
CTULHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.12 *Ala Length-Nose Height Index*

Der Ala Length-Nose Height Index (ALNHI) kann mittels der anatomischen Punkte Alar curvature (rechts oder links) point, Pronasale, Nasion und Subnasale erhoben werden (siehe Abbildung 14).

Hierbei ergibt die Verbindungslinie zwischen Alar curvature point (rechts oder links) und Pronasale den Parameter Ala length. Die Strecke von Nasion zu Subnasale definiert den Parameter Nose height.

Mittels der beiden Parameter Ala length und Nose height lässt sich der ALNHI wie folgt untersuchen:

$$\frac{\text{Ala length} \times 100}{\text{Nose height}}$$

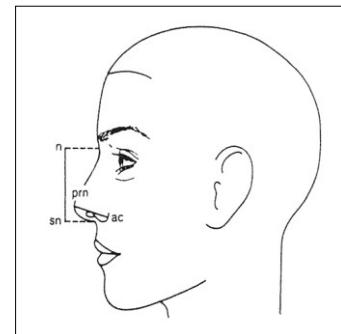


Abb. 14:
ALNHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.13 Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index

Bei dem Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index (NTPNHI) werden die Punkte Subnasale, Pronasale sowie Nasion erfasst (siehe Abbildung 15).

Die Strecke zwischen den Punkten Subnasale und Pronasale bestimmt den Parameter Nasal tip protrusion. Nasion und Subnasale definieren den Parameter Nose height.

Der NTPNHI lässt sich durch die Parameter Nasal tip protrusion und Nose height wie folgt errechnen:

$$\frac{\text{Nasal tip protrusion} \times 100}{\text{Nose height}}$$

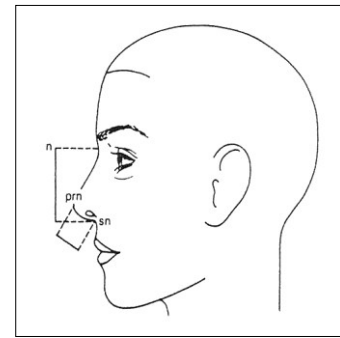


Abb. 15:
NTPNHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.14 Nasal Bridge Index

Der Nasal Bridge Index (NBI) setzt sich aus den Punkten Nasion, Pronasale sowie Subnasale zusammen (siehe Abbildung 16).

Die Distanz von den Punkten Nasion zu Pronasale legt die Nasal bridge length fest, Nasion zu Subnasale die Nose height.

Die Parameter Nasal bridge length und Nose height werden in folgende Funktion eingesetzt um den NBI zu berechnen:

$$\frac{\text{Nasal bridge length} \times 100}{\text{Nose height}}$$

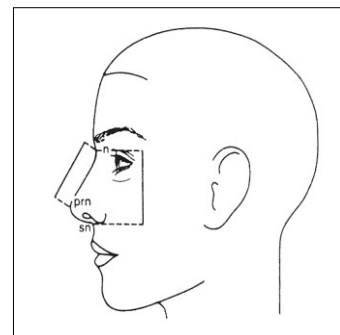


Abb. 16:
NBI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.15 Upper Lip-Nose Height Index

Für die Analyse des Upper Lip-Nose Height Index (ULNHI) wählte Farkas die anatomischen Landmarken Subnasale, Stomion, Nasion als auch Subnasale aus (siehe Abbildung 17).

Die Strecke von Subnasale zu Stomion definiert hierbei den Parameter Upper lip height und von Nasion zu Stomion die Nose height.

Der ULNHI lässt sich durch die beiden Parameter Upper lip height und Nose height folgendermaßen errechnen:

$$\frac{\text{Upper lip height} \times 100}{\text{Nose height}}$$

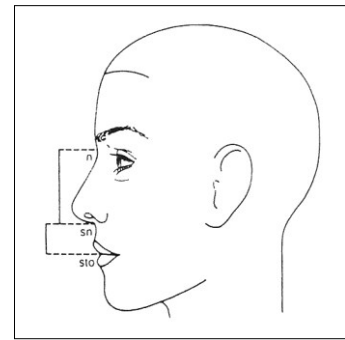


Abb. 17:
ULNHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.16 Nose-Upper Face Height Index

Bei dem Nose-Upper Face Height Index (NUFHI) werden die Punkte Nasion, Subnasale sowie Gnathion erfasst (siehe Abbildung 18).

Hierbei ergibt die Verbindung von Nasion zu Subnasale den Parameter Nose height und Nasion zu Stomion die Upper face height.

Aus den beiden Parametern Nose height und Upper face lässt sich der NUFHI wie folgt berechnen:

$$\frac{\text{Nose height} \times 100}{\text{Upper face height}}$$

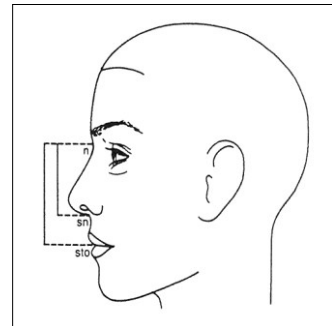


Abb. 18:
NUFHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.17 Chin-Mandible Height Index

Der Chin-Mandible Height Index (CMHI) erfasst die Punkte Sublabiale, Stomion und Gnathion (siehe Abbildung 19).

Die Verbindung von Sublabiale und Gnathion ergibt den Parameter Chin height und Stomion zu Gnathion die Mandible height im Profil.

Aus folgender Funktion lässt sich der CMHI durch Chin height und Mandible height errechnen:

$$\frac{\text{Chin height} \times 100}{\text{Mandible height}}$$

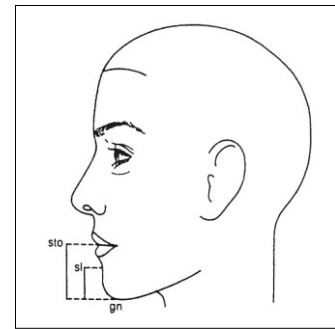


Abb. 19:
CMHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.18 Upper Face-Face Height Index

Der Upper Face-Face Height Index (UFFHI) beinhaltet die Punkte Nasion, Stomion sowie Gnathion definiert (siehe Abbildung 20).

Die Verbindung von Nasion zu Stomion legt den Parameter Upper face height fest und Nasion zu Gnathion die Face height fest.

Aus den beiden Parametern Upper face height und Face height lässt sich der UFFHI errechnen:

$$\frac{\text{Upper face height} \times 100}{\text{Face height}}$$

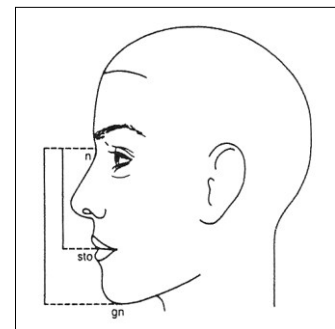


Abb. 20:
UFFHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.19 Upper Lip-Mandible Height Index

Der Upper Lip-Mandible Height Index (ULMHI) greift auf die anatomischen Landmarken Subnasale, Stomion und Gnathion zurück (siehe Abbildung 21).

Im Profil ergibt die Verbindung von Subnasale und Stomion die Upper lip height, die Linie von Stomion zu Gnathion setzt den die Mandible height fest.

Aus den beiden Parametern Upper lip height und Mandible height lässt sich der ULMHI errechnen:

$$\frac{\text{Upper lip height} \times 100}{\text{Mandible height}}$$

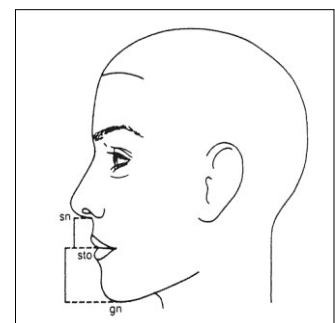


Abb. 21:
ULMHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.20 *Nose-Lower Face Height Index*

Der Nose-Lower Face Height Index (NLFHI) erfasst die anatomischen Punkte Nasion, Subnasale sowie Gnathion (siehe Abbildung 22).

Hierbei definiert die Strecke Nasion zu Subnasale den Parameter Nose height, die Strecke von Subnasale zu Gnathion die Lower face height.

Der NLFHI errechnet sich durch Division von Nose height und Lower face height:

$$\frac{\text{Nose height} \times 100}{\text{Lower face height}}$$

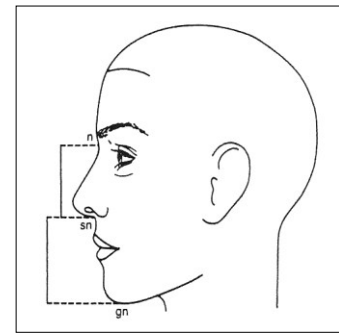


Abb. 22:
NLFHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.2.1.21 *Nose-Face Height Index*

Der Nose-Face Height Index (NFHI) berücksichtigt die Landmarken Nasion, Subnasale wie auch Gnathion (siehe Abbildung 23).

Die Distanz Nasion zu Subnasale legt die Nose height fest, die Verbindung von Nasion zu Gnathion ergibt die Face height.

Die beiden Parameter Nose height und Face height werden in folgendes Verhältnis gesetzt um den NFHI zu bestimmen:

$$\frac{\text{Nose height} \times 100}{\text{Face height}}$$

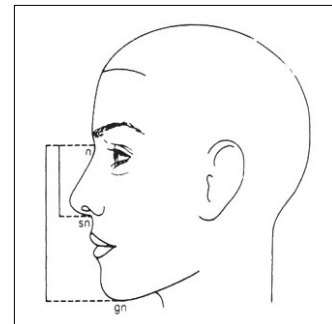


Abb. 23:
NFHI
(aus: Farkas und Munro,
Anthropometric Facial
Proportions in Medicine,
1987)

4.2.3 Grundlagen der Kephalometrie

Die Kephalometrie dient der Interpretation der in einem Fernröntgenseitenbild enthaltenen Informationen über den Aufbau von Schädel und Gesicht (Segner und Hasund 1998).

Hierbei werden, ähnlich wie bei der Anthropometrie, exakt definierte Messpunkte verwendet, die sich sowohl auf das Hart- als auch Weichgewebe beziehen.

Die in dieser Studie verwendeten kephalometrischen Punkte sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Eine Interpretation erfolgt durch die Streckenmessung in Millimetern oder Winkelmessung zwischen einzelnen Punkten.

Die gewonnenen Informationen geben Auskunft über den skelettale als auch dentale Einlagerung von Ober- und Unterkiefer zueinander sowie zu der Schädelbasis, das Wachstumsmuster des Viszerokraniums und die periorale Weichgewebekonfiguration.

Tab. 5: Verwendete kephalometrische Messpunkte:

<i>Abkürzung</i>	<i>Kurzbezeichnung</i>	<i>Definition</i>
<i>S</i>	<i>Sella</i>	<i>Geometrischer Mittelpunkt der Sella turcica</i>
<i>N</i>	<i>Nasion</i>	<i>Der am weitesten anterior liegende Punkt der Sutura nasofrontalis (unpaarig)</i>
<i>A</i>	<i>A-Punkt</i>	<i>Der am weitesten dorsal gelegene Punkt der vorderen Kontur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes</i>
<i>B</i>	<i>B-Punkt</i>	<i>Der am weitesten dorsal befindliche Punkt der vorderen Kontur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes</i>
<i>ApIOK</i>	<i>Apexpunkt Oberkiefer-1er</i>	<i>Wurzelspitze des Oberkiefer-1er</i>
<i>InIOK</i>	<i>Inzisialpunkt Oberkiefer-1er</i>	<i>Spitze der Inzisialkante des Oberkiefer-1er</i>
<i>ApIUK</i>	<i>Apexpunkt Unterkiefer-1er</i>	<i>Wurzelspitze des Unterkiefer-1er</i>
<i>InIUK</i>	<i>Inzisialpunkt Unterkiefer-1er</i>	<i>Spitze der Inzisialkante des Unterkiefer-1er</i>
<i>CpMOK</i>	<i>Kuspidationspunkt der ersten Molaren</i>	<i>Okklusionspunkt der beiden ersten Molaren</i>

4.2.3.1 *Verwendete kephalometrische Parameter*

Eine vollständige kephalometrische Analyse des Fernröntgenseitenbildes beschreibt eine Vielzahl an Winkeln und Strecken, welche sich im Zuge einer Umstellungsosteotomie nicht verändern bzw. zu vernachlässigen sind.

Daher wurde auf eine vollständige kephalometrische Analyse verzichtet und jeweils nur eine Messung der in Tabelle 6 aufgeführten Parameter vorgenommen:

Tab. 6: Verwendete kephalometrische Parameter:

<i>Parameter</i>
<i>SNA-Wert</i>
<i>SNB-Wert</i>
<i>Wits-Wert</i>

4.2.3.1.1 *SNA-Wert*

Der SNA-Wert gibt Auskunft über die sagittale Position der Maxilla in Relation zu der anterioren Schädelbasis. Hierbei wird die anterior-posteriore Position des A-Punktes angegeben.

Der Referenzwert liegt bei $82^\circ \pm 2^\circ$.

Ein vergrößerter Winkel weist auf eine maxilläre Prognathie hin, während ein verkleinerter Winkel eine maxilläre Retrognathie impliziert (Segner und Hasund 1998).

4.2.3.1.2 *SNB-Wert*

Der SNB-Wert definiert die sagittale Position der Mandibula in Relation zu der anterioren Schädelbasis. Hierbei wird die anterior-posteriore Lage des B-Punktes analysiert.

Der Referenzwert liegt bei $80^\circ \pm 2^\circ$.

Ein vergrößerter Winkel bedeutet hierbei eine mandibuläre Prognathie, während ein verkleinerter Winkel eine maxilläre Retrognathie ausdrückt (Segner und Hasund 1998).

4.2.3.1.3 Wits-Wert

Der Wits-Wert dient der Abschätzung der Okklusion. Zunächst wird der Streckenmittelpunkt zwischen InOK1 und InUK1 mit CpMOK verbunden um die Okklusionsebene zu konstruieren.

Nun wird jeweils ein Lot vom A- und B-Punkt auf die Okklusionsebene gefällt. Man erhält A' und B'.

Liegt A' ventral von B' ergibt sich ein positiver Wits-Wert, liegt B' ventral von A' ergibt dies einen negativen Wert.

Der Referenzwert liegt bei 0 ± 2 Millimeter.

Ein positiver Wert zeigt hierbei auf eine Tendenz zu Angle-Klasse II hin. Ein negativer Wert impliziert hingegen eine Tendenz zu Angle-Klasse III.

4.2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Softwarepaketes *SPSS 12.0* (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Die statistische Analyse wurde nach den in dem Buch *Biomathematik, Statistik und Dokumentation* von Volker Harms hinterlegten Kriterien durchgeführt (Harms 1998).

Die unifaktorielle ANOVA-Varianzanalyse diente der Feststellung signifikanter Veränderungen der 21 anthropometrischen Messgruppen sowie der drei kephalometrischen Messgruppen zu den Zeitpunkten drei und neun Monate postoperativ gegenüber der präoperativen Ausgangslage.

Signifikante Veränderungen einzelner Messgruppen wurden miteinander mittels des Post-Hoc Tests überprüft. Eine Bonferoni Korrektur wurde vorgenommen, um einer Alphafehler-Kumulierung vorzubeugen.

Die sich durch die Operation ergebenden Unterschiede von SNA-, SNB- sowie des Wits-Wertes wurden linear mit den Veränderungen der anthropometrischen Analyse verglichen, indem die Spearman-Methode benutzt wurde.

Die enthaltenen Grafiken wurden mittels *SPSS 12.0* (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) und dem Tabellenkalkulationsprogramm *Microsoft Office Excel 2007* (Microsoft Corp., USA) erstellt.

Eine vorab zweimal wiederholte anthropometrische sowie kephalometrische Messung an einem Kollektiv aus 18 zufällig ausgewählten Patienten diente als Stichprobe, um die Intraobserver-Variabilität, d.h. die Standardabweichung bei der Identifikation der einzelnen Messpunkte, festzustellen.

5. Ergebnisse

5.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

In der vorgelegten Studie wurden die prä- und postoperativ erfassten Fernröntgenbilder sowie En Face- und Profilphotoaufnahmen von 171 Patienten analysiert.

Die Kohorte bestand hierbei aus 104 (60,8%) weiblichen und 67 (39,2%) männlichen weißen Kaukasiern, die sich einer chirurgischen Unterkieferverlagerung unterzogen.

Die demographische Verteilung ist in Abbildung 24 aufgeführt. Der Altersdurchschnitt lag bei 32,33 Jahren zum Zeitpunkt der Operation.

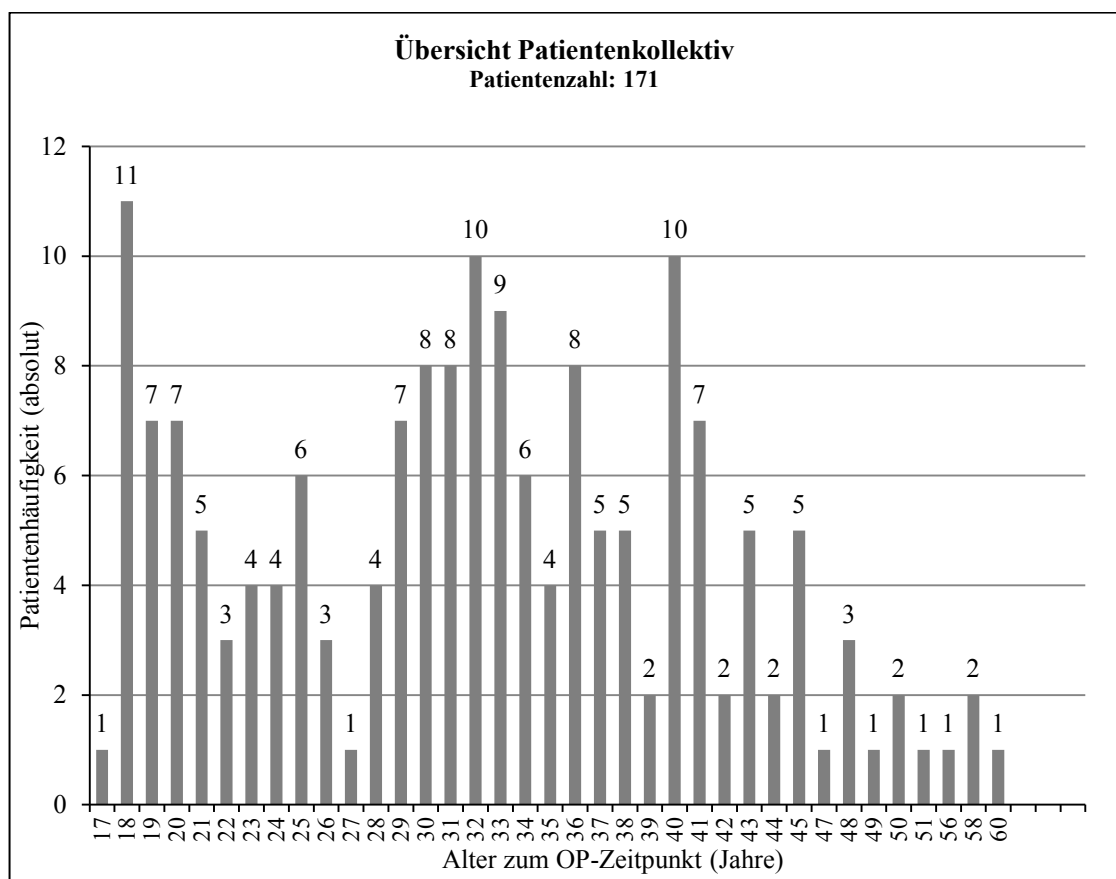


Abb. 24: Altersverteilung Patientenkollektiv

5.2 Ergebnisse der kephalometrischen Messung

Die SNB-Werte ($p < .001$) und Wits-Werte ($p < .001$) zeigten signifikante Veränderungen im Vergleich zwischen den prä- und drei sowie neun Monate postoperativ erfassten Messdaten.

Durch die Operation konnte der SNB-Wert den in der Literatur hinterlegten Referenzwert ($80^\circ \pm 2^\circ$) erreichen und blieb auch neun Monate postoperativ im Durchschnitt konstant (siehe Abbildung 25):

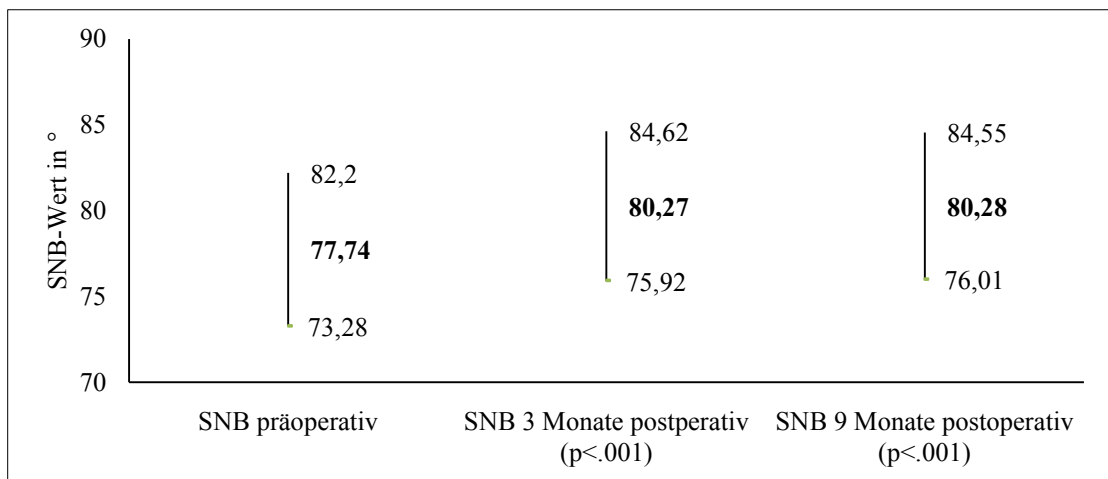


Abb. 25: Verteilungsgrad SNB-Wert

Der Wits-Wert wies im Durchschnitt postoperativ eine deutliche Annäherung an Idealwerte auf (siehe Abbildung 26). Er lag sowohl drei als auch neun Monate nach der Umstellungsosteotomie nahe an dem in der Literatur hinterlegten Referenzwert (0 ± 2 Millimeter):

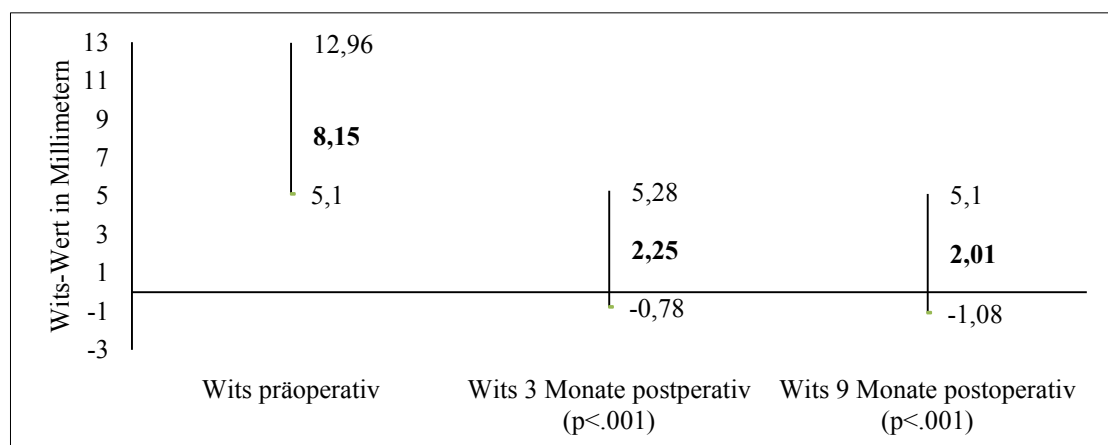


Abb. 26: Verteilungsgrad Wits-Wert

5.3 Ergebnisse der anthropometrischen Messung

Bei der statistischen Auswertung wurde festgestellt, dass acht der insgesamt 21 verwendeten anthropometrischen Indizes nach Farkas sowohl drei als auch neun Monate nach dem operativen Eingriff signifikant verändert waren. Aus Gründen der Übersicht soll daher nur auf diese signifikant veränderten Werte in der Ergebnisdarstellung eingegangen werden.

Im Folgenden folgt die schriftliche und graphische Darstellung der durchschnittlichen anthropometrischen Messdaten zu den jeweiligen drei Messzeitpunkten:

Der Lower Vermilion Contour Index wies nur eine geringfügige prozentuale, aber signifikante prä- zu postoperative Veränderung auf (siehe Abbildung 27).

Die in der vorliegenden Studie ermittelten Durchschnittswerte lagen nahe der von Farkas definierten Standardabweichung vom Mittel: $79\% \pm 10\%$ (Farkas und Munro 1987).

Die beiden postoperativen Werte zeigten signifikante Änderungen gegenüber den präoperativen Messdaten ($p=.002$).

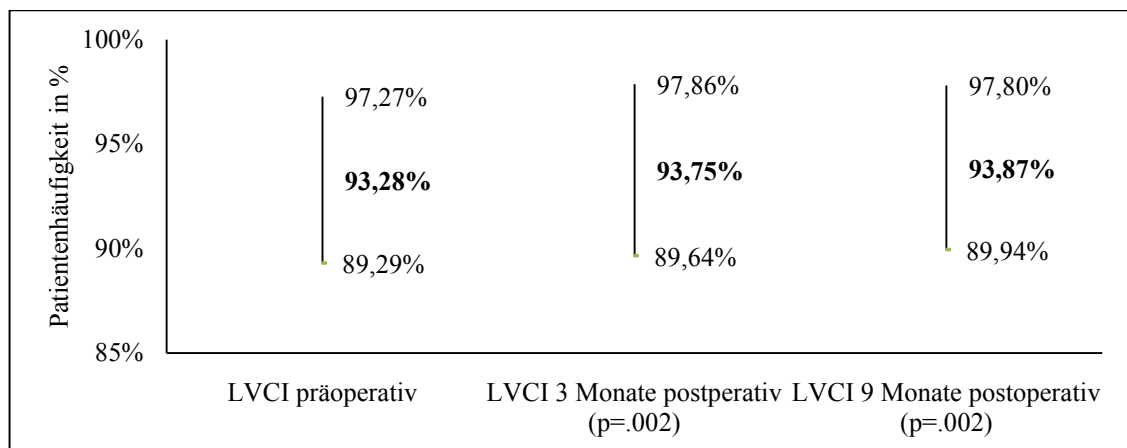


Abb. 27: Lower Vermilion Contour Index

Der Vermilion-Total Lower Lip Height Index veränderte sich signifikant durch die Umstellungsosteotomie (siehe Abbildung 28).

Hierbei wurde durch die chirurgische Korrektur die betreffende Standardabweichung nach Leslie G. Farkas ($47\% \pm 19,8\%$) erreicht (Farkas und Munro 1987).

Die durch die statistische Analyse ermittelten prä- zu postoperativen postoperativen Signifikanzwerte sind beide hochsignifikant ($p<.001$).

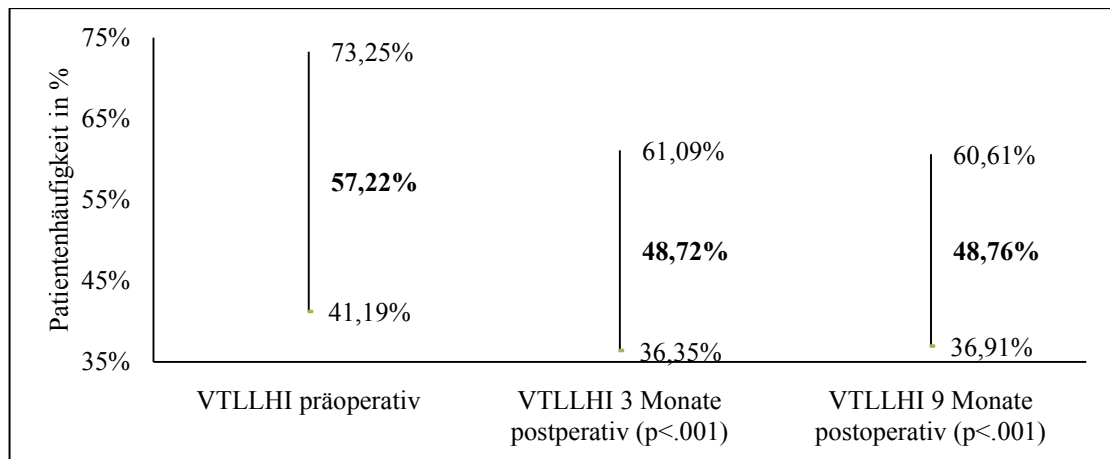


Abb. 28: Vermilion-Total Lower Lip Height Index

Die Durchschnittswerte des Cutaneous-Total Lower Lip Height Index wurden durch die chirurgische Unterkieferverlagerung korrigiert und blieben postoperativ konstant (siehe Abbildung 29).

Die erzielten postoperativen Messwerte näherten sich dem Idealbereich an.

Die bei der statistischen Analyse herausgefundenen postoperativen Signifikanzwerte haben eine hohe Signifikanz gegenüber dem präoperativen Messwert (p<.001).

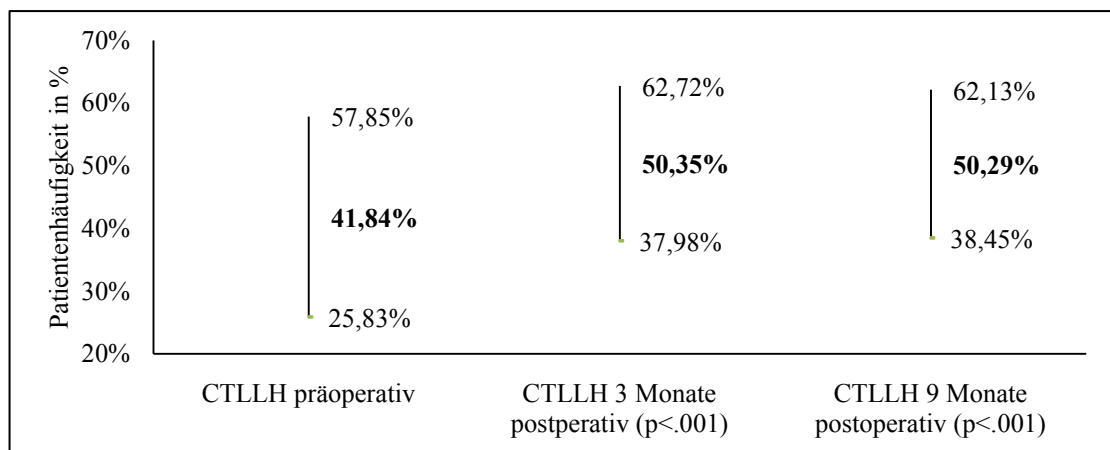


Abb. 29: Cutaneous-Total Lower Lip Height Index

Der Nose-Lower Face Height Index veränderte sich durch kieferchirurgische Korrektur nur geringfügig prozentual im Durchschnitt, blieb jedoch in der postoperativ untersuchten Zeitspanne konstant (siehe Abbildung 30).

Die postoperativen Durchschnittswerte weichen hierbei nur geringfügig von dem Richtwert ($74,1\% \pm 14,2\%$) ab (Farkas und Munro 1987).

Die beiden postoperativen Werte zeigen eine hohe Signifikanz gegenüber den präoperativen Messdaten auf ($p < .001$).

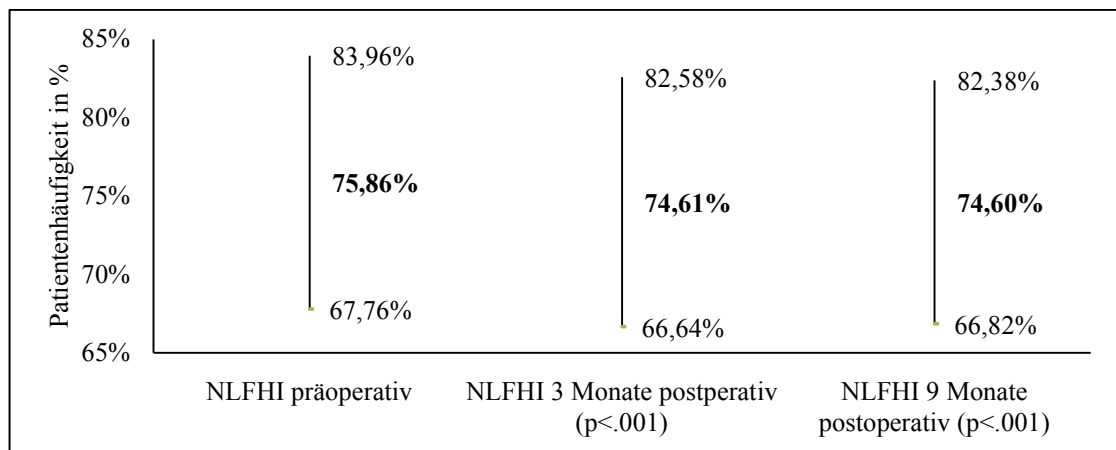


Abb. 30: Nose-Lower Face Height Index

Der Nose-Face Height Index zeigte postoperativ eine geringe prozentuale Veränderung im Vergleich zu der vor der Operation durchgeführten Messung (siehe Abbildung 31).

Die ermittelten Durchschnittswerte liegen im Bereich der Standardabweichung von dem festgelegten Referenzwert von $43,7\% \pm 5,2\%$ in der Literatur (Farkas und Munro 1987).

Die beiden postoperativen Werte unterscheiden sich in ihrer Signifikanz gegenüber dem präoperativen Durchschnittswert.

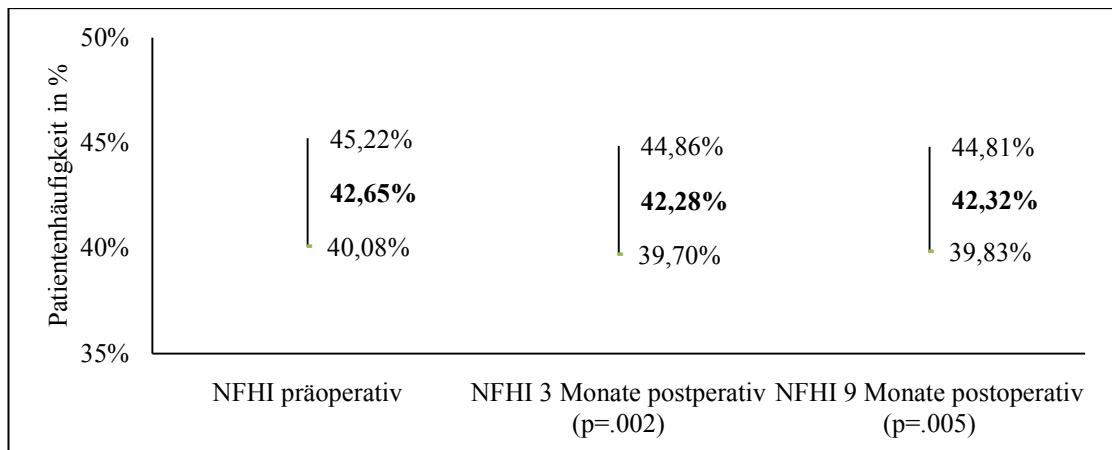


Abb. 31: Nose-Face Height Index

Der Upper Face-Face Height Index veränderte sich durch die Operation prozentual nur geringfügig (siehe Abbildung 32).

Die Werte liegen unmittelbar im Bereich des von Farkas festgelegten Mittelwertes von $61\% \pm 4,1\%$ (Farkas und Munro 1987).

Die durch die statistische Analyse ermittelten postoperativen Messwerte haben eine hohe Signifikanz gegenüber dem präoperativen Wert ($p < .001$).

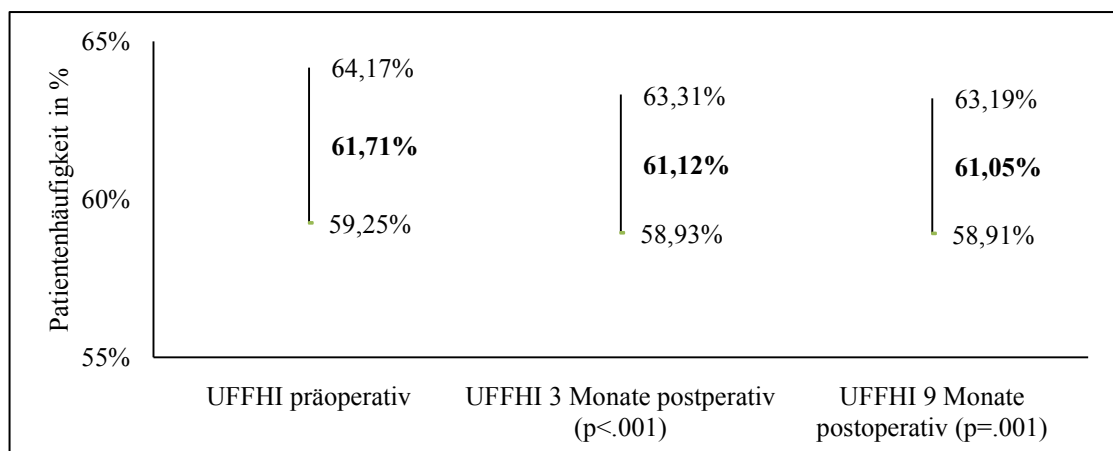


Abb. 32: Upper Face-Face Height Index

Der Upper Lip-Mandible-Height Index näherte sich durch die kieferchirurgische Korrektur dem von Farkas festgelegten idealen Durchschnittswert von $43,8\% \pm 9,8\%$ (Farkas und Munro 1987) an und blieb postoperativ konstant (siehe Abbildung 33).

Die statistische Analyse der postoperativen Indexwerte ergab eine hohe Signifikanz zu dem präoperativen Wert $p < .001$.

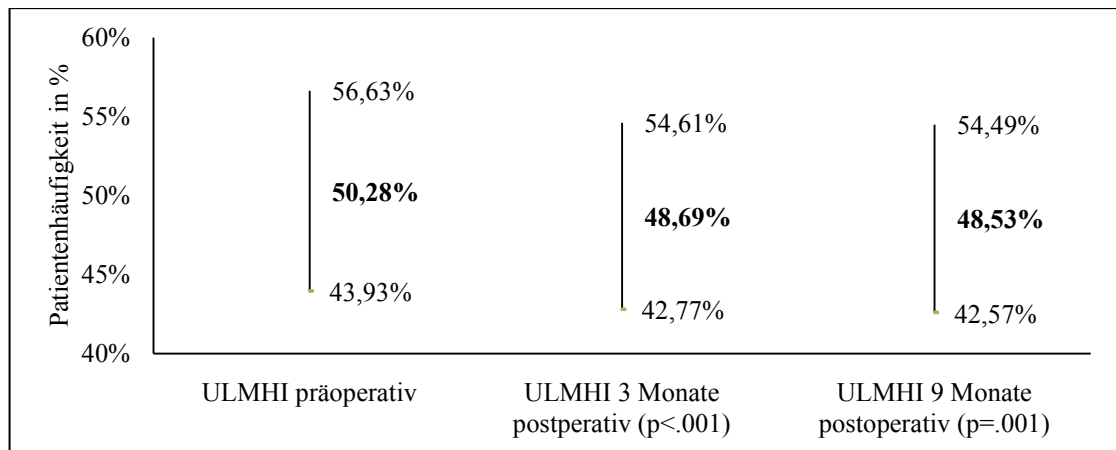


Abb. 33: Upper Lip-Mandible Height Index

Durch die kieferchirurgische Korrektur wurde der Chin-Mandible Height Index im Durchschnitt verbessert und lag postoperativ konstant in dem von Farkas ermittelten Referenzbereich von $61,9\% \pm 13\%$ (Farkas und Munro 1987).

Die beiden postoperativen Werte zeigten die gleich hohe Signifikanz ($p<.001$) gegenüber den präoperativen Messdaten auf (siehe Abbildung 34).

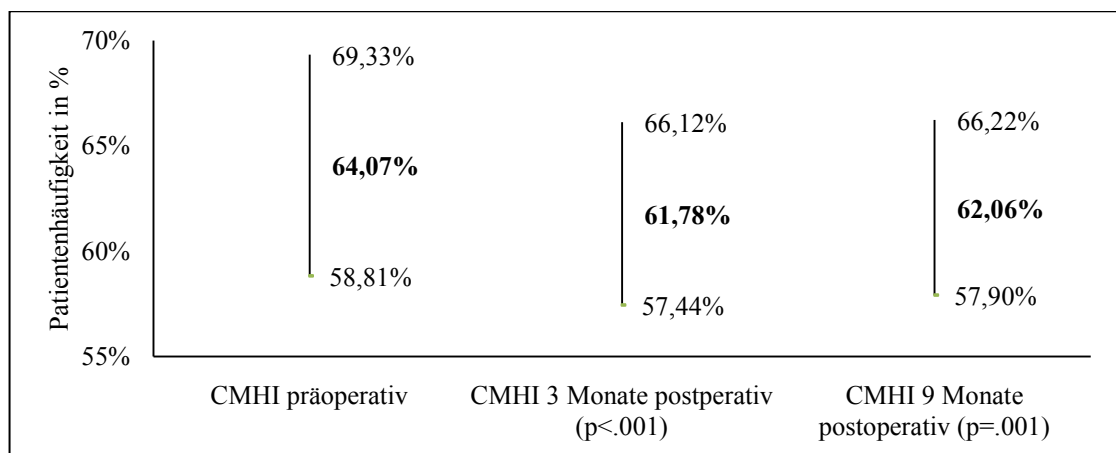


Abb. 34: Chin-Mandible Height Index

5.4 Nachgewiesene Korrelationen zwischen kephalometrischen und anthropometrischen Ergebnissen

Ein Vergleich der kephalometrischen und anthropometrischen Messungen in der vorgelegten Studie zeigte folgende Korrelationen auf:

Der SNB-Durchschnittswert war im Zeitraum präoperativ bis drei Monate postoperativ signifikant mit dem betreffenden Durchschnittswert des Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index verbunden.

Statistisch zeigte sich dies anhand eines negativen linearen Zusammenhanges der Spearman-Korrelation ($Rho = -0,223$) sowie des Signifikanzwertes von $p = .003$.

Für den SNB-Wert wurde für den Zeitraum präoperativ bis neun Monate postoperativ eine signifikante Korrelation zum Vermilion-Total Lower Lip Height Index ($Rho = -0.167$, $p = .029$) sowie zum Cutaneous-Total Lower Lip Height Index ($Rho = 0.169$, $p = .027$) nachgewiesen.

Der Wits-Wert zeigte in beiden untersuchten Zeitspannen eine signifikante Korrelation zu dem Philtrum-Mouth Width Index.

In dem Zeitraum prä- bis drei Monate postoperativ zeigte sich bei der Analyse der Spearman-Korrelation ein signifikant positiver linearer Zusammenhang ($Rho = 0.178$, $p = .02$).

Für die Zeitspanne zwischen den Messzeitpunkten prä- und neun Monate postoperativ ergab sich ebenfalls ein positiver linearer Zusammenhang ($Rho = 0.173$) sowie ein Signifikanzwert von ($p = .024$).

Für alle weiteren angewendeten anthropometrischen Indizes zeigten sich keine signifikanten Veränderungen bzw. Korrelationen nach der chirurgischen Unterkieferverlagerung.

6. Diskussion

6.1 Diskussion der Methode

Die vorliegende Studie wurde unter der Fragestellung vorgenommen, ob anhand definierter anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) eine Evaluation der sich im Zuge einer Dysgnathieoperation ergebenden Weichgewebeveränderungen möglich ist.

Die Aussagekraft der erzielten Ergebnisse hängt hierbei von der reproduzierbaren Identifikation der verwendeten Messpunkte sowie standardisierten Rahmenbedingungen bei der Photoerstellung ab (Bengel 1985; Claman, Patton et al. 1990; Flowers und Flowers 1993; Edler, Agarwal et al. 2006; Almeida und Bittencourt 2009).

Im Folgenden wird die Diskussion der Photostandardisierung, der Kriterien bei der Auswahl der verwendeten 21 anthropometrischen Indizes nach Leslie G. Farkas und schließlich die Darlegung der Gründe für die kombiniert anthropometrische-kephalometrische Analyse vorgenommen.

6.1.1 Diskussion der Photostandardisierung

Die Analyse von Photoaufnahmen setzt klare, reproduzierbare Kriterien bei der Erstellung der Photoaufnahmen voraus (Bengel 1985; Claman, Patton et al. 1990; Flowers und Flowers 1993).

Ein entspannter, reproduzierbarer Gesichtsausdruck ist hierbei von entscheidender Bedeutung. So geht beispielsweise ein Lächeln des Patienten automatisch mit einer veränderten Position beider Angulis oris einher und führt zu einer Verbreiterung der Distanz von Cheilion rechts zu Cheilion links (Mundbreite). Dies führt zu methodisch verfälschten Messwerten und einer Interpretation inadäquater perioraler Anatomie (Flowers und Flowers 1993).

Ferner kann eine Abweichung zwischen der interpupillären Achse und der Achse des Bildes zu Verzerrungen auf den Photoaufnahmen führen und ist daher zu vermeiden (Bengel 1985; Claman, Patton et al. 1990; Flowers und Flowers 1993; Raschke, Bader et al. 2011).

Bei der Erstellung des für die vorgelegte Studie vorgesehenen Photoarchivs wurden alle Photoaufnahmen bezüglich dieser genannten Kriterien überprüft. Somit wurden ausschließlich in standardisierter Art und Weise erstellte Profil- und En Face-Photoaufnahmen bei der photometrischen Analyse verwendet.

Ein außer Acht lassen dieser geforderten Rahmenbedingungen würde zu einer methodisch verfälschten Erhebung der Parameter führen.

6.1.2 Diskussion der Auswahl und Aussagekraft der verwendeten anthropometrischen Indizes

Zielsetzung bei der Auswahl der insgesamt 21 herangezogenen anthropometrischen Indizes (Farkas und Munro 1987) war eine einfache und reproduzierbare Identifizierbarkeit der Messpunkte auf den Photoaufnahmen und eine signifikante Beeinflussung der Indizes durch die Dysgnathieoperation.

Sechs Indizes beziehen sich auf En Face-Photoaufnahmen (siehe Tabelle 3), die übrigen 15 Indizes auf Profilphotoaufnahmen (siehe Tabelle 4).

Die ausgewählten Indizes (Farkas und Munro 1987) beziehen sich auf ästhetische Einheiten des Gesichtes (Nase, Mund, Kinn, Untergesicht). Somit kann festgestellt werden, ob und in welchem Maße sich diese zueinander im Rahmen einer chirurgischen Unterkiefervorverlagerung verändern.

Im Folgenden wird auf die für die operative Korrektur einer Dysgnathie relevanten ästhetischen Einheiten des Gesichtes eingegangen.

6.1.2.1 Die Nase

Die Nase ist zentral im Gesicht positioniert und gilt in der Kieferorthopädie und Kieferchirurgie als wichtige ästhetische Einheit, da sie das Gesicht in zwei Hälften unterteilt und zentral im Gesicht positioniert ist (Kahl-Nieke 2001).

Ihre Morphologie wird bestimmt durch die Größe und Form des Nasenrückens, der Nasenspitze und Naseneingänge sowie der Nasenlänge, die ethnisch und hereditär bedingt sind. Normalerweise beträgt die Relation zwischen Nasenlänge und –breite 2:1 (Kahl-Nieke 2001).

Die Zusammensetzung der Nase sowie das Verhältnis zu der Gesichtshöhe und insbesondere zu der Untergesichtshöhe sind von besonderer Bedeutung bei Eingriffen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Der Patient sollte in der präoperativen Planung darauf hingewiesen werden, dass das Nasenprofil durch eine Behandlung nicht verändert wird, sich aber die Komposition der Nase im Verhältnis zu Oberlippe und Untergesicht beispielsweise nach einer den Unterkiefer betreffenden Umstellungsosteotomie verändert (Kahl-Nieke 2001).

In der vorliegenden Studie erfolgte mittels folgender Indizes die Analyse der Nase:

Für den Nose-Upper Face Height Index (siehe Abbildung 18) wird die Nasenhöhe mit der oberen Gesichtshöhe verglichen.

Ein subnormaler Wert bedeutet eine zu kurz ausgebildete Nasenhöhe im Vergleich zu der oberen Gesichtshöhe bzw. eine zu große Gesichtshöhe zu der Nasenhöhe. Ein supernormales Ergebnis ist hingegen Hinweis auf eine zu lang entwickelte Nasenhöhe zu der oberen Gesichtshöhe bzw. eine proportional zu kleine obere Gesichtshöhe zu der Nasenhöhe (Farkas und Munro 1987).

Desweiteren beschreibt der Nasal Tip Protrusion-Nose Height Index (siehe Abbildung 15) das Ausmaß der Gesichtskonvexität in Relation zu der Nasenhöhe.

Ein subnormales Resultat deutet eine zu geringe Ausbildung der Nasenspitze proportional zu der Nasenhöhe an. Eine weitere Möglichkeit ist eine zu kurze Nasenhöhe im Vergleich zu der als normal erfassten Nasenspitze.

Bei einem supernormalem Wert ist die Nasenspitze zu vorspringend im Vergleich zu der Nasenhöhe proportioniert bzw. die Nasenhöhe ist zu stark ausgebildet im Vergleich zu der Nasenspitze (Farkas und Munro 1987).

Eine weitere Analysemöglichkeit bietet der Nasal Bridge Index (siehe Abbildung 16). Er vergleicht die Länge des Nasenrückens mit der Gesamthöhe der Nase.

Bei einem subnormalen Resultat ist der Nasenrücken in Bezug zu der Nasenhöhe zu kurz bzw. die Nasenhöhe ist zu lang für die Gesamtlänge des Nasenrückens. Supernormale Werte des Nasal Bridge Index weisen hingegen auf einen zu langen Nasenrücken in Bezug zu der Nasenhöhe bzw. auf eine zu kleine Nasenhöhe im Vergleich zum Nasenrücken hin (Farkas und Munro 1987).

Der Ala Length-Nose Height Index (siehe Abbildung 14) vergleicht die Größe des Nasenflügels mit der Gesamthöhe der Nase.

Ein subnormaler Wert weist auf einen zu kurz ausgebildeten Nasenflügel proportional zu der Gesamthöhe der Nase bzw. auf eine zu große Nase proportional zum Nasenflügel hin. Ein supernormaler Wert impliziert einen zu stark ausgeformten Nasenflügel proportional zu der Nasenhöhe bzw. eine zu geringe Gesamthöhe der Nase zum Nasenflügel (Farkas und Munro 1987).

6.1.2.2 *Ober- und Unterlippe*

Die Größe und das Verhältnis von Ober- und Unterlippe prägen die periorale Region. Die Lippenmorphologie wird bestimmt durch die Länge, Breite, Wölbung sowie das Verhältnis zwischen Lippenrot (Vermilion) und Lippenweiß (Integumentallippe/Hautlippe) (Kahl-Nieke 2001).

Einfluss auf die Lippenkonfiguration nehmen die individuellen Faktoren Weichteildicke, Tonus des Musculus orbicularis oris sowie die Stellung der Schneidezähne und der Aufbau des darüber liegenden Knochens (Kahl-Nieke 2001).

Bei einer harmonischen Lippenkonfiguration nimmt im Untergesicht die Oberlippe ein Drittel und die Unterlippe zusammen mit dem Kinn zwei Drittel ein (Kahl-Nieke 2001).

Kieferfehlstellungen haben Einfluss auf die Lippenkonfiguration, da bei einer Angle-Klasse III die Unterlippe in Relation zu der Oberlippe vorverlagert ist. Man spricht hierbei von einer positiven Lippentreppe. Die Angle-Klasse II hingegen zeigt durch die mandibuläre Retrognathie eine betont negative Lippentreppe (Kahl-Nieke 2001).

Da die Vorhersagefähigkeit über die postoperativ zu erwartende Konfiguration von Lippenrot zu Lippenweiß der Ober- und Unterlippe bisher als sehr ungenau gilt (Sinclair, Kilpelainen et al. 1995), wurde ihre Zusammensetzung mittels der folgenden Indizes detailliert analysiert:

Der Philtrum-Mouth Width Index (siehe Abbildung 4) beschreibt das Verhältnis von Philtrum und Mundbreite. Das Philtrum ist von großer ästhetischer Bedeutung, da es die Oberlippe in zwei laterale und ein medianes Drittel teilt.

Ein unter dem Mittel liegender Wert zeigt ein zu schmales Philtrum zu der Mundbreite an, wohingegen ein zu großer Wert ein zu breites Philtrum in Bezug zu der Mundbreite andeutet (Farkas und Munro 1987).

Der Upper Lip Height-Mouth Width Index (siehe Abbildung 3) erfasst die vertikale Ausdehnung der Oberlippe im Vergleich zu der horizontalen Größe der Mundbreite.

Ein unterdurchschnittlicher Wert weist auf eine zu kurze Oberlippe proportional zu der Mundbreite hin, ein überdurchschnittlicher Wert impliziert wiederum eine zu lange Oberlippe zu der Gesamtstrecke der Mundbreite (Farkas und Munro 1987).

Der Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index (siehe Abbildung 5) definiert das Verhältnis der median-kutanen zu der lateral- (rechts oder links) kutanen Oberlippenhöhe.

Ein unterhalb des Mittelwertes liegender Wert bedeutet eine zu kleine medial-kutane Oberlippenhöhe proportional zu der lateral davon gelegenen kutanen Oberlippenhöhe (rechts oder links). Eine vergrößerte Relation weist hingegen auf eine zu große medial-kutane Oberlippenhöhe proportional zu der lateral gelegenen kutanen Oberlippenhöhe (rechts oder links) hin (Farkas und Munro 1987).

Der Upper Lip-Nose Height Index (siehe Abbildung 17) wurde ausgesucht, um die Gesamthöhe der Oberlippe mit der Nasenhöhe zu vergleichen.

Ein subnormales Ergebnis bedeutet eine zu gering ausgebildete Oberlippenhöhe proportional zu der Nasenhöhe bzw. eine stärker ausgebildete Nasenhöhe proportional zu der durchschnittlich gewachsenen Oberlippenhöhe. Liegt der erzielte Wert oberhalb des Durchschnittes, ist die Oberlippe proportional zu lang im Vergleich zu der Nasenhöhe bzw. die Nasenhöhe ist zu klein im Vergleich mit der normal gewachsenen Oberlippe (Farkas und Munro 1987).

6.1.2.3 *Vermilion*

Das obere und untere Vermilion gelten als charakteristische Merkmale von Ober- und Unterlippe und sind von wesentlicher Bedeutung für die Attraktivität. Daher werden sie in Bezug auf ihre Bedeutung und Evaluation in der vorgelegten Studie in einem separaten Gliederungspunkt vorgestellt.

Das Vermilion stellt die mucokutane Grenze zwischen intraoraler Mucosa und extraoraler Dermis dar.

Ein asymmetrischer Verlauf, wie er bei Kieferfehlstellungen auftreten kann, hat große Auswirkungen auf das faziale Erscheinungsbild. Im Rahmen einer Dysgnathieoperation ist eine Korrektur möglich.

Das Vermilion wurde daher mittels der folgenden Indizes untersucht:

Der Vermilion-Total Upper Lip Height Index (siehe Abbildung 12) beschreibt die Ausdehnung des oberen Vermilions proportional zu der Gesamthöhe der Oberlippe im Profil.

Ein unterdurchschnittlicher Wert entsteht durch ein zu schmal ausgebildetes oberes Vermilion proportional zu der Gesamthöhe der Oberlippe bzw. durch eine zum oberen Lippenrot überdimensional ausgebildete Oberlippenhöhe. Ein supernormaler Wert deutet auf ein zu breites oberes Vermilion proportional zu der gesamten Oberlippenausdehnung bzw. auf eine zu hoch gewachsene Oberlippe zum oberen Lippenrot hin (Farkas und Munro 1987).

Der Vermilion-Total Lower Lip Height Index (siehe Abbildung 10) erfasst die vertikale Höhe des unteren Vermilions proportional zu der Unterlippengesamthöhe.

Bei einem erniedrigten Wert ist entweder das untere Lippenrot proportional zu schmal zu der Gesamthöhe der Unterlippe oder die gesamte Unterlippe erscheint prominenter als das untere Lippenrot. Bei einem erhöhten Wert imponiert entweder das untere Vermilion als zu breit im Vergleich zu der Unterlippenhöhe oder die gesamte Unterlippe ist proportional zu schmal für das untere Lippenrot (Farkas und Munro 1987).

Mittels des Vermilion-Total Lower Lip Height Index können Veränderungen des perioralen Weichgewebes nach mandibulären Umstellungsosteotomien erfasst werden, da der Sublabialpunkt und Stomion als Messpunkte erfasst werden. Bei einer Dysgnathie der Angle-Klasse II zeigt sich klinisch eine verstrichene Supramentalfalte (Kahl-Nieke 2001).

Eine Unterkieferverlagerung führt hierbei zwangsläufig zu einer Veränderung des Sublabialpunktes, wodurch der Parameter Lower lip height beeinflusst wird. Der Messpunkt Stomion ermöglicht eine Feststellung des Lippenberührungspunktes. Ein Symptom der Angle-Klasse II/1 ist der klinisch inkompetente Lippenschluss (Kahl-Nieke 2001). Durch eine Unterkieferverlagerung wird ein kompetenter Lippenschluss erzielt. Dies führt zu einer Beeinflussung der Parameter Lower Vermilion height sowie Lower lip height.

Bei dem Vermilion Arc Index (siehe Abbildung 8) erfolgt ein Vergleich zwischen dem unteren und oberen Vermilionbogen.

Ein subnormaler Wert bedeutet ein zu schmales unteres Lippenrot im Vergleich zu dem Oberen. Ein supernormaler Wert spricht hingegen für ein proportional zu breites unteres Lippenrot zum oberen Lippenrot (Farkas und Munro 1987).

Der Lower Vermilion Contour Index (siehe Abbildung 7) analysiert das Verhältnis von Mundbreite und unterem Vermilionbogen.

Ein subnormaler Wert weist auf ein stark gewölbtes unteres Lippenrot hin. Ein supernormaler Wert impliziert hingegen einen abgeflachten Verlauf des unteren Lippenrot (Farkas und Munro 1987). Bei einer Klasse II-Dysgnathie könnte der präoperative Wert durch die nach oral hin eingerollte Unterlippe vergrößert sein.

Bei dem Upper Vermilion Contour Index (siehe Abbildung 6) wird die Mundbreite und der obere Vermilionbogen erfasst.

Ein unterhalb des Durchschnittswerts liegendes Ergebnis zeigt einen bogenförmigen Verlauf des oberen Lippenrotes an. Ein supernormaler Wert weist auf ein abgeflachtes Profil des oberen Lippenprofils hin (Farkas und Munro 1987).

Der Vermilion Height Index (siehe Abbildung 9) vergleicht die obere und untere Höhe des Vermilions.

Ein zu kleiner Wert deutet auf ein zu schmales oberes Lippenrot proportional zu dem unteren Vermilion bzw. auf ein prominenteres unteres Lippenrot als das obere normal ausgebildete Lippenrot hin. Bei einem supernormalen Wert ist das obere Vermilion prominenter als das untere entweder durch ein stärkeres Wachstum oder ein zu schmales unteres Lippenrot (Farkas und Munro 1987).

Der Vermilion Height Index eignet sich für die Analyse des perioralen Weichgewebes bei Kieferfehlstellungen, da isolierte monognathe als auch kombinierte bignathe Umstellungsosteotomien zu einer veränderten Lippenstellung führen.

6.1.2.4 Verhältnis von Lippenrot zu Lippenweiß

Die proportionale Verteilung von Lippenrot und Lippenweiß prägt das Erscheinungsbild der Regio perioralis und ist ein weiterer ästhetischer Indikator. Daher werden sie in Bezug auf ihre Bedeutung für die Ästhetik und Evaluation in der vorgelegten Studie in einem separaten Gliederungspunkt vorgestellt.

Um die für das Vermilion ermittelten Werte mit den kutanen Anteilen der Ober- und Unterlippe zu vergleichen und damit eine Aussage über die ästhetisch bedeutsame Relation von Lippenrot zu Lippenweiß zu erhalten, wurden die folgenden Indizes nach Leslie G. Farkas ausgewählt (Farkas und Munro 1987):

Der Cutaneous-Total Upper Lip Height Index (siehe Abbildung 13) definiert den kutanen Anteil der Oberlippe im Vergleich zum Gesamthöhe der Oberlippe.

Ein subnormaler Wert deutet auf ein zu kurzes oberes Lippenweiß im Vergleich zu der Gesamthöhe der Oberlippe hin. Eine weitere Möglichkeit ist eine zu stark ausgebildete Gesamthöhe der Oberlippe bei normaler Höhe des oberen Lippenweißes.

Ein über dem Mittel liegender Wert bezeichnet ein zu lang ausgebildetes Lippenweiß proportional zu der Gesamthöhe der Oberlippe bzw. eine zu gering ausgebildete Oberlippenhöhe bei normaler vertikaler Ausdehnung des Lippenweißes (Farkas und Munro 1987).

Der Cutaneous-Total Lower Lip Height Index (siehe Abbildung 11) setzt den kutanen Anteil der Unterlippe in Relation zu der unteren Lippenhöhe.

Ein subnormaler Wert zeigt ein zu schmales unteres Lippenweiß zu der Höhe der Gesamtunterlippe auf bzw. eine zu breit ausgebildete Gesamtunterlippe im Profil im Vergleich zum unteren Lippenweiß. Bei einem supernormalen Ergebnis ist entweder das untere Lippenweiß stärker ausgebildet bei normaler Unterlippenhöhe oder die Gesamthöhe der Unterlippe erscheint als zu klein entwickelt proportional zu dem unteren Lippenweiß (Farkas und Munro 1987).

Der Cutaneous-Total Lower Lip Height Index ist ein möglicher Indikator bei der Analyse der perioralen Weichgewebeveränderung nach Korrektur mandibulärer Fehlstellungen. Bei einer Dysgnathie der Angle-Klasse II erscheint die Unterlippe präoperativ nach oral hin eingelagert im Profil (Kahl-Nieke 2001). Im Rahmen einer kieferchirurgischen Korrektur kommt es durch die mandibuläre Vorverlagerung und automatische Autorotation nach ventral und kaudal des Unterkiefers zu einer veränderten, prominenteren Grenzposition von Lippenrot zu Lippenweiß.

6.1.2.5. Gesichtshöhe

Im Rahmen einer kieferchirurgischen Korrektur einer Klasse-II Dysgnathie kommt es zu einer Ventralverlagerung und Kaudalrotation der Mandibula (Quast, Biggerstaff et al. 1983). Um das Ausmaß der durch die Rotation hervorgerufenen Veränderung zu untersuchen, wurden für das Kinn, die Mandibula und die untere Gesichtshöhe folgende Indizes ausgewählt:

Der Chin-Mandible Height Index (siehe Abbildung 19) analysiert die Kinnhöhe mit der Unterkieferhöhe im Profil.

Ein subnormales Ergebnis ist Hinweis auf ein zu kurzes Kinn proportional zu der Unterkieferhöhe bzw. auf eine zu große Unterkieferhöhe proportional zu der Kinngröße im Profil. Überdurchschnittliche Werte weisen hingegen auf ein zu langes Kinn in Bezug zu der Unterkieferhöhe der Mandibula bzw. auf eine zu klein ausgeprägte Unterkieferhöhe im Vergleich zu der Kinngröße hin (Farkas und Munro 1987).

Der Upper Face-Face Height Index (siehe Abbildung 20) setzt die obere Gesichtshöhe in Relation zu der Gesamthöhe des Gesichtes im Profil.

Ein subnormales Ergebnis bedeutet eine zu kleine obere Gesichtshöhe proportional zu der Gesamthöhe des Gesichtes bzw. eine zu große Gesamthöhe des Gesichtes zu der oberen Gesichtshöhe. Ein supernormaler Wert definiert eine zu lange obere Gesichtshöhe proportional zu der Gesamthöhe des Gesichtes oder eine zu kleine

Gesamtgesichtshöhe proportional zu der oberen Gesichtshöhe (Farkas und Munro 1987).

Bei dem Upper Lip-Mandible Height Index (siehe Abbildung 21) wird wiederum die Oberlippenhöhe zusammen mit der Unterkieferhöhe im Profil analysiert.

Ein subnormaler Wert bedeutet eine proportional zu kurze Oberlippe zu der Unterkieferhöhe bzw. eine zu lange Unterkieferhöhe zu der Oberlippenhöhe. Ein erhöhter Wert weist auf eine zu lange Oberlippe proportional zu der Unterkieferhöhe bzw. auf eine zu geringe Unterkieferhöhe proportional zu der Gesamtgröße der Oberlippe hin (Farkas und Munro 1987).

Der Nose-Lower Face Height Index (siehe Abbildung 22) vergleicht die Nasenhöhe mit der unteren Gesichtshöhe.

Ein subnormaler Wert weist auf eine zu lange Nasenhöhe proportional zu der Untergesichtshöhe bzw. auf ein zu großes Untergesicht zu der Nasenhöhe hin.

Ein supernormaler Wert deutet auf eine zu lange Nasenhöhe zu dem Untergesicht bzw. auf ein zu kleines Untergesicht im Vergleich zu der Nasenhöhe hin (Farkas und Munro 1987).

Der Nose-Face Height Index (siehe Abbildung 23) erfasst die Höhe der Nase in Relation zu der Gesamthöhe des Gesichtes.

Ein subnormales Ergebnis weist entweder auf eine zu kleine Nasenhöhe in Relation zu der Gesichtshöhe oder auf eine zu lange Gesichtshöhe zu der Nasenhöhe hin. Liegt der erzielte Wert oberhalb des Durchschnittswertes, deutet dies auf eine zu große Nasenhöhe zu der Gesichtshöhe bzw. auf eine zu kurze Gesichtshöhe zu der Nasenhöhe hin (Farkas und Munro 1987).

6.1.3 Gründe für die kombiniert anthropometrisch-kephalometrische Analyse

Um die Aussagekraft der anthropometrischen Messergebnisse zu erhöhen, wurde an zeitgleich erstellten Fernröntgenseitenbildern eine kephalometrische Analyse durchgeführt (Landes, Bitsakis et al. 2002).

Eine Korrelation zwischen photogestützter Anthropometrie und Kephalmetrie erscheint aus vielerlei Gründen sinnvoll (Lines und Steinhäuser 1974; Hunt und Rudge 1984; Landes, Zachar et al. 2002).

Die photogestützte Anthropometrie ermöglicht eine Analyse des fazialen Weichgewebes und ist durch die hierbei zugrundeliegenden Photoaufnahmen sensibel gegenüber dreidimensionalen Strukturen und Anomalien (Landes, Zachar et al. 2002; Almeida und Bittencourt 2009). Sie befindet sich jedoch noch in der klinischen Erprobung.

Die Kephalmetrie gilt hingegen als der Goldstandard bei der Evaluation von Dysgnathieoperationen, da hier bereits sowohl die Vor- als auch Nachteile in diversen Studien erforscht wurden und eine Korrelation zu der Anthropometrie bereits nachgewiesen wurde (Landes, Zachar et al. 2002).

In der vorgelegten Studie wurde daher überprüft, ob für prä- zu postoperativ signifikant veränderte anthropometrische Indizes eine Korrelation zu den festgestellten kephalometrischen Veränderungen besteht.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

Die in der vorgelegten Studie durchgeführten kephalometrischen und anthropometrischen Messungen zeigten sowohl signifikante prä- zu postoperative Veränderungen, als auch Korrelationen untereinander.

6.2.1 Diskussion der kephalometrischen Messergebnisse

Bei den kephalometrischen Messungen an Fernröntgenseitenbildern wiesen der SNB- und Wits-Wert die gleichen signifikanten Veränderungen nach der Unterkiefervorverlagerung auf (siehe Abbildung 25 und 26), wie sie in der Literatur nach Unterkiefervorverlagerungen bei Patienten mit Angle-Klassen II berichtet werden (O'Brien, Wright et al. 2009).

Das bedeutet, dass im Zuge der Umstellungsosteotomie der SNB-Wert signifikant vergrößert und der Wits-Wert signifikant verringert und an Normwerte eugather Patienten angenähert wurden.

Darüber hinaus zeigten die kephalometrischen Messwerte Korrelationen zu der photo-gestützten anthropometrischen Analyse. Diese werden am Ende des Kapitels diskutiert.

6.2.2 Diskussion der anthropometrischen Messergebnisse

Im Rahmen der anthropometrischen Messungen an En Face- und Profil-photoaufnahmen wurden signifikante prä- zu postoperative Veränderungen der ästhetischen Einheiten Unterlippe, Vermilion sowie untere Gesichtshöhe festgestellt.

6.2.2.1 Unterlippe

Die Morphologie der Unterlippe verändert sich durch die Vorverlagerung des darunter liegenden Unterkieferknochens zwangsläufig (Pospisil 1987).

Die prä- zu postoperative Zunahme des Cutaneous-Total Lower Lip Height Index (Abbildung 29) weist auf eine durch die Unterkiefervorverlagerung hervorgerufene signifikante Veränderung der Weichgewebemorphologie in der Regio perioralis hin.

Die signifikante Zunahme des Cutaneous-Total Lower Lip Height Index impliziert hierbei eine relativ größere Zunahme des unteren Lippenweißes gegenüber dem unteren Lippenrot durch die Unterkiefervorverlagerung. Dies wird durch die Studienlage bestätigt.

Quast et al. berichteten im Jahr 1983, dass eine chirurgische Unterkieferverlagerung zu einer Autorotation der Mandibula nach venterokaudal führt, wodurch die Unterlippe, Supramentalfalte sowie Menton und Pogonion nach anterokaudal positioniert werden (Quast, Biggerstaff et al. 1983).

Die Einschätzung, dass sich die vertikale Höhe des unteren Lippenweißes im Zuge einer Unterkieferverlagerung vergrößert, wird durch die folgenden Studienergebnisse bekräftigt.

6.2.2.2 *Vermilion*

Die Vorhersage über das Verhalten des Vermilion nach einer Unterkieferverlagerung gilt bisher als sehr ungenau (Pospisil 1987).

In der vorliegenden Studie wurden folgende Ergebnisse diesbezüglich erzielt:

Der Lower Vermilion Contour Index (Abbildung 27) nahm durch die Dysgnathieoperation zu, während der Vermilion-Total Lower Lip Height Index (Abbildung 28) abnahm.

Das Verhalten beider Indizes weist hierbei auf eine prä- zu postoperative signifikante vertikale Vergrößerung des kutanen Anteils der Unterlippe gegenüber dem unteren Vermilion hin. Die signifikante Zunahme des Lower Vermilion Contour Index impliziert hierbei eine Abflachung des unteren Vermilionbogens.

Die Validität des zuvor beschriebenen Cutaneous-Total Lower Lip Height Index wird hiermit bekräftigt und durch die Studie von Quast et al. bestätigt (Quast, Biggerstaff et al. 1983).

Das Verhältnis des oberen zum unteren Vermilion blieb von der Dysgnathieoperation unbeeinflusst, da sowohl der Vermilion Height Index als auch der Vermilion Arc Index keine signifikanten Veränderungen zeigten und nahezu unverändert blieben.

6.2.2.3 *Untere Gesichtshöhe*

Die untere Gesichtshöhe wird definiert durch die Distanz Subnasale zu Menton (Kahl-Nieke 2001).

Im Zuge einer Unterkieferverlagerung wird, wie bereits beschrieben, u.a. der Messpunkt Menton nach anterokaudal positioniert (Quast, Biggerstaff et al. 1983), wodurch die untere Gesichtshöhe verlängert wird (Calignano und Vezzetti 2009).

Diese Einschätzung wird durch die vorliegende Studie anhand der signifikanten Abnahme des Nose-Lower Face Height Index (siehe Abbildung 30), Nose-Face Height Index (s. Abb. 31), Upper Face-Face Height Index (s. Abb. 32), Upper Lip-Mandible Height Index (s. Abb. 33) sowie des Chin-Mandible Height Index (s. Abb. 34) anthropometrisch bestätigt.

Bei extremen Formen der Unterkiefervorverlagerung wird das Kinn jedoch so stark nach kaudal rotiert, dass sich das Untergesicht überproportional vergrößert. Eine Genioplastik ist dann indiziert, um eine harmonischere Verteilung der einzelnen ästhetischen Einheiten zu erreichen (Bell, Brammer et al. 1981).

6.2.4 Diskussion nachgewiesener anthropometrischer- kephalometrischer Korrelationen

In der vorgelegten Studie wurde eine signifikante Korrelation zwischen dem SNB-Wert und dem Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index für das Ausmaß der Veränderung drei Monate postoperativ nachgewiesen. Neun Monate nach der Operation war diese Korrelation jedoch nicht mehr aufzeigbar. Eine mögliche Erklärung ist die zu diesem Zeitpunkt bereits stattgefundene Anpassung des Weichgewebes.

Für den bereits erwähnten postoperativ signifikant veränderten Vermilion-Total Lower Lip Height Index sowie den Cutaneous-Total Lower Lip Height Index wurde für den Zeitpunkt neun Monate postoperativ eine Korrelation zum SNB-Wert gefunden. Es ergab sich zudem eine Korrelation zwischen dem Philtrum-Mouth Width Index und dem Wits-Wert.

Die dargelegten signifikanten Korrelationen sind von Bedeutung, da mit dieser Studie eine Korrelation zwischen dem aktiv verlagerten Unterkieferknochen am Fernröntgenseitenbild und dem in En Face- und Profilphotoaufnahmen abgebildeten perioralen Weichgewebe nachgewiesen wurde. Dies unterstreicht die Validität der Ergebnisse (Landes, Bitsakis et al. 2002).

7. Schlussfolgerungen

In der vorgelegten Studie wurden die im Rahmen einer chirurgischen Unterkieferverlagerung auftretenden prä- zu postoperativen fazialen Weichgewebeveränderungen mittels 21 anthropometrischer Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) analysiert.

Insgesamt wurden standardisierte En Face- und Profilphotographien von 171 Patienten ausgewertet, die eine skelettale Dysgnathie der Angle-Klasse II aufwiesen.

Der Lower Vermilion Contour Index, Vermilion-Total Lower Lip Height Index, Cutaneous-Total Lower Lip Height Index sowie Nose-Lower Face Height Index, Nose-Face Height Index, Upper Face-Face Height Index, Upper Lip-Mandible Height Index und Chin-Mandible Height Index zeigten signifikante prä- zu postoperative Veränderungen.

Die dargelegten signifikanten Veränderungen beschreiben eine vertikale Vergrößerung des kutanen Teils der Unterlippe, wobei die vertikale Relation von oberem zu unterem Vermilion signifikant blieb. Desweiteren wurde eine proportionale Vergrößerung des Untergesichtes festgestellt. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit der Literatur (Quast, Biggerstaff et al. 1983).

Die prä- zu postoperativen Differenzen der Indizes Medial-Lateral Cutaneous Upper Lip Height Index, Vermilion-Total Lower Lip Height Index sowie Cutaneous-Total Lower Lip Height Index und Philtrum-Mouth Width Index korrelierten signifikant mit kephalometrischen Messungen am Fernröntgenseitenbild. Dies unterstreicht die Validität des dargestellten photogestützten anthropometrischen Messverfahrens (Landes, Zachar et al. 2002).

Die vorgestellten photogestützten anthropometrischen Messungen zeigten plausible, die im Zuge einer chirurgischen Unterkieferverlagerung ablaufenden perioralen Weichgewebeveränderungen widerspiegelnde Ergebnisse. Dies bestätigt die Anwendbarkeit der anthropometrischen Indizes nach Leslie G. Farkas (Farkas und Munro 1987) in der objektivierbaren Evaluation fazialer Weichgewebeveränderungen mittels standardisierter Photographien.

Das dargestellte Verfahren könnte in der weiteren Entwicklung von Simulationsprogrammen für die postoperativ zu erwartende Weichgewebemorphologie nach Dysgnathieoperationen helfen oder in wissenschaftlichen und gutachterlichen Fragestellungen hilfreich sein.

8. Literaturverzeichnis

Almeida MD, Bittencourt MAV. 2009. Anteroposterior Position of Mandible and Perceived Need for Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 67: 73-82.

Angle, EH. 1900. Treatment of Malocclusion of the Teeth and Fractures of the Maxillae. Angles System. Philadelphia, Illinois, USA. The S.S. Publisher: White Dental Manufacturing Company.

Axhausen, G. 1937. Über die korrigierende Osteotomie am Oberkiefer. *Dtsch Z Chir.* 248: 515-522.

Axhausen, G. 1939. Die operative Orthopädie bei den Fehlbildungen der Kiefer. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd.* 6: 582-600.

Baik HS, Kim SY. 2010. Facial soft-tissue changes in skeletal Class III orthognathic surgery patients analyzed with 3-dimensional laser scanning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 138: 167-178.

Bailey LJ, Proffit WR, White R Jr. 1999. Assessment of patients for orthognathic surgery. *Semin Orthod.* 5: 209-222.

Bell WH., Brammer JA, Mc Bride KL, Finn RA. 1981. Reduction genioplasty: surgical techniques and soft-tissue changes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 51: 471-477.

Bell R, Kiyak A, Joondeph DR, McNeill RW, Wallen TR. 1985. Perception of facial profile and their influence on the decision to undergo orthognathic surgery. *Am J Orthod.* 88: 323-332.

Bell WH, Mannai C, Luhr HG. 1988. Art and science of the Le Fort 1 down fracture. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 3: 23-52.

Bengel, W. 1985. Standardisation in dental photography. *Int Dent J.* 35: 210-217.

Blair VP. 1906. Report of a case of double resection for the correction of the protrusion of the mandible. *Dent Cosmos.* 48: 817-820.

Calignano F, Vezzetti E. 2009. Soft Tissue Diagnosis in Maxillofacial Surgery: A Preliminary Study on Three-Dimensional Face Geometrical Features-Based Analysis. *Aesth Plast Surg.* 34: 200-211.

Chen B, Zhang ZK, Wang X. 2002. Factors influencing postoperative satisfaction of orthognathic surgery patients. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 11: 41-47.

Chew MT, Sandman A, Wong HB. 2008. Evaluation of the linearity of soft- to hard-tissue movement after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134: 665-670.

Claman L, Patton D, Rashid R. 1990. Standardised portrait photography for dental patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 98: 197-205.

Cohen MI. 1965. Mandibular prognathism. *Am J Orthod.* 51: 368-379.

Conley RS, Boyd SB. 2007. Facial Soft Tissue Changes Following Maxillomandibular Advancement for Treatment of Obstructive Sleep Apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 65: 1332-1340.

Cunningham SJ, Crean SJ, Hunt NP, Harris M. 1996. Preparation, perceptions and problems: a long-term follow follow-up study of orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 11: 41-47.

Dal Pont G. 1961. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv.* 19: 42-47.

Eckhardt CE, Cunningham SJ. 2004. How predictable is orthognathic surgery? *Eur J Orthod.* 26: 303-309.

Edler R, Agarwal P, Wertheim D, Greenhill D. 2006. The use of anthropometric proportion indices in the measurement of facial attractiveness. *Eur J Orthod.* 28: 274-281.

Ewing M, Ross RB. 1992. Soft tissue response to mandibular advancement and genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 101: 551-555.

Farkas LG, Thompson B, Phillips JH, Katic M, Cornfoot ML. 1999. Comparison of anthropometric and cephalometric measurements of the adult face. *J Craniofac Surg.* 10: 18-25.

Farkas LG, Munro IR. 1987. *Anthropometric Facial Proportions in Medicine.* Springfield, Illinois, USA. Publisher: Charles C Thomas.

Finlay PM, Atkinson JM, Moos KF. 1995. Orthognathic surgery: Patient expectations, psychological profile and satisfaction with outcome. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 33: 9-14.

Flowers RS, Flowers SS. 1993. Diagnosing photographic distortion. Decoding true postoperative contour after eyelid surgery. *Clin Plast Surg.* 20: 387-392.

Friede H, Kahnberg KE, Adell R, Ridell A. 1987. Accuracy of cephalometric prediction in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 45: 754-760.

Frost V, Peterson G. 1991. Psychological aspects of orthognathic surgery: How people respond to facial change. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 71: 538-542.

Gaggl A, Schultes G, Kärcher H. 1999. Changes in Soft Tissue Profile After Sagittal Split Ramus Osteotomy and Retropositioning of the Mandible. *J Oral Maxillofac Surg.* 57: 542-546.

Gerson M, Ehrenfeld M. 2011. Chirurgische Kieferorthopädie. Aus: Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, 4. Erweiterte Auflage. Herausgeber: Schwenzer N, Ehrenfeld M. Georg Thieme Verlag KG: 234-261.

Harms V. 1998. Biomathematik, Statistik und Dokumentation. 7. überarbeitete Auflage. Harms Verlag.

Holberg C, Heine AK, Geis P, Schwenzer K, Rudzki-Janson I. 2005. Three-dimensional soft tissue prediction using finite elements. Part II: Clinical application. J Orofac Orthop.: 122-134.

Holberg C, Schwenzer K, Rudzki-Janson I. 2005. Three-dimensional soft tissue prediction using finite elements. Part I: Implementation of a new procedure. J Orofac Orthop. 66: 110-121.

Hugo B, Becker S, Witt E. 1996. Assessment of the combined orthodontic-surgical treatment from the patients' point of view: A longitudinal study. J Orofac Orthop. 57: 88-101.

Hunt NP, Rudge SJ. 1984. Facial profile and orthognathic surgery. Brit J Orthod. 11: 126-136.

Joss CU, Thüer UW. 2008. Stability of the hard and soft tissue profile after mandibular advancement in sagittal split osteotomies: A longitudinal and long-term follow-up study. Eur J Orthod. 30: 16-23.

Kahl-Nieke B. 2001. Einführung in die Kieferorthopädie. 3. Überarbeitete Auflage. Deutscher Zahnärzte Verlag.

Kochel J, Meyer-Marcotti P, Kochel M, Schneck S, Stellzig-Eisenhauer A. 2009. 3D Soft Tissue Analysis- Part 2: Vertical Parameters. J Orofac Orthop. 71: 207-220.

Kochel J, Meyer-Marcotty P, Strnad F, Kochel M, Stellzig-Eisenhauer A. 2009. 3D Soft Tissue Analysis-Part 1: Sagittal Parameters. J Orofac Orthop. 71: 40-52.

Köle H. 1967. Surgical treatment of the open bite. Osterr Z Stomatol. 64: 255-263.

Landes CA, Bitsakis J, Diehl T, Bitter K. 2002. Introduction of a three-dimensional anthropometry of the viscerocranium. Part I: measurement of craniofacial development and establishment of standard values and growth functions. J Craniomaxillofac Surg. 30: 18-24.

Landes CA, Zachar R, Diehl T, Kovács AF. 2002. Introduction to a three-dimensional anthropometry of the viscerocranium. Part II: evaluating osseous and soft tissue changes following orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg. 30: 25-34.

Lines PA, Steinhäuser EW. 1974. Soft tissue changes in relationship to mevement of hard structures in orthognathic surgery: A preliminary report. J Oral Surg. 32: 891-896.

- Magro-Filho O, Magro-Ernica N, Queiroz TP, Aranega AM, Garcia IR. 2010. Comparative study of 2 software programs for predicting profile changes in Class III patients having double-jaw orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 137: 451-455
- McNeil RW, Profitt WR, White RP. 1972. Cephalometric prediction for orthognathic surgery. *Angle Orthod.* 42: 154-162.
- Meade EA, Rohr-Inglehart M. 2010. Young patients' treatment motivation and satisfaction with orthognathic surgery outcomes: The role of "possible selves". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 137: 26-34.
- Miller L, Morris DO, Berry E. 2007. Visualizing three-dimensional facial soft tissue changes following orthognathic surgery. *Eur J Orthod.* 29: 14-20.
- Nkenke E, Vairaktaris E, Kramer M, Schlegel A, Holst A, Hirschfelder U, Wiltfang J, Neukam FW, Stamminger M. 2008. Three-dimensional analysis of changes of the malar-midfacial region after LeFort I osteotomy and maxillary advancement. *Oral Maxillofac Surg.* 12: 5-12.
- O'Brien K, Wright J, Conboy F, Appelbe P, Bearn D, Caldwell S, Harrison J, Hussain J, Lewis D, Littlewood S, Mandall N, Morris T, Murray A, Oskouei M, Rudge S, Sandler J, Thiruvengkatachari B, Walsh T, Turbill E. 2009. Prospective, multi-center study of the effectiveness of orthodontic/orthognathic surgery care in the United Kingdom. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 135: 709-714.
- Pospisil OA. 1987. Reliability and feasibility of prediction tracing in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 15: 79-83.
- Quast DC, Biggerstaff RH, Haley JV. 1983. The short-term and long-term soft-tissue profile changes accompanying mandibular advancement surgery. *Am J Orthod.* 84: 29-36.
- Raschke GF, Bader RD, Rieger UM, Schultze-Mosgau S. 2011. Photo-Assisted Analysis of Blepharoplasty Results. *Ann Plast Surg.* 66: 323-333.
- Reddy PS, Kashyap B, Hallur N, Sikkerimath BC. 2011. Advancement Genioplasty-Cephalometric Analysis of Osseous and Soft Tissue Changes. *J. Maxillofac Oral Surg.*
- Rustemeyer J, Gregersen J. 2011. Quality of Life in orthognathic surgery patients: Post-surgical improvements in aesthetics and self-confidence. *J Craniomaxillofac Surg.* 1-5.
- Segner D, Hasund A. 1998. Individualisierte Kephalemetrie. 3. Auflage. Herausgeber: Dietmar Segner.
- Sinclair PM, Kilpelainen P, Phillips C, White RP, Rogers L, Sarver DM. 1995. The accuracy of video imaging in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 107: 177-185.

Steenbergen E, Litt MD, Nanda R. 1996. Presurgical satisfaction with facial appearance in orthognathic surgery patients. Am Journal Orthod Dentofacial Orthop. 109: 653-659.

Trauner R, Obwegeser H. 1955. Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien. Deutsche Zahn-Mund-Kieferheilkunde 23: 1-26.

Upton PM, Sadowsky PL, Sarver DM, Heaven TJ. 1997. Evaluation of video imaging prediction in combined maxillary and mandibular orthognathic surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112: 656-665.

Waßmund M. 1935. Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer. Meusser Verlag. Band I: 245-308.

9. Anhang

9.1 Danksagung

Danken möchte ich allen, die durch ihre freundliche Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Insbesondere danke ich:

- Herrn Prof. Dr. Dr. Stefan Schultze-Mosgau für die Überlassung des interessanten Themas der vorgelegten Arbeit sowie für die Unterstützung und Anregungen bei der Erstellung und Auswertung der Messergebnisse.
- Herrn Dr. Dr. Gregor F. Raschke für die fachlich konstruktiven Diskussionen und Anleitungen zum wissenschaftlichen Arbeiten, die eine Fertigstellung der vorgelegten Dissertation erst ermöglichten.

Desweiteren danke ich allen Patienten, die durch ihre Kooperation die Erstellung der für die vorgelegte Studie maßgeblichen Photoaufnahmen und Fernröntgenseitenbilder ermöglichten.

Meiner Familie möchte ich für die entgegengebrachte Unterstützung sowie stetig aufmunternden Worte während meines Hochschulweges und bei der Erstellung der vorgelegten Dissertation von ganzem Herzen danken.

9.2 Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass

- mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,
- ich die Dissertation selbstständig angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,
- mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Prof. Dr. Dr. Stephan Schultze-Mosgau

Dr. Dr. Gregor F. Raschke

- die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,
- dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und
- dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Jena, den 23.01.2013

Carlo Cramer